

Балаковский инженерно-технологический институт-филиал федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»»

Факультет «Атомной энергетики и технологий»  
Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине  
**«Оптимальное проектирование строительных конструкций»**

**Специальность**  
08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Строительство сооружений тепловой и атомной энергетики»

**Квалификация выпускника**  
Инженер-строитель

**Форма обучения**  
Очная

### Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Оптимальное проектирование строительных конструкций» является одной из основных специальных дисциплин в процессе подготовки инженеров по специальности "Строительство уникальных зданий и сооружений".

Изучение вопросов защиты конструкций от коррозии должно подготовить будущих инженеров по специальности "Строительство уникальных зданий и сооружений " к самостоятельной работе в строительных, проектных, научно-исследовательских организациях.

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина базируется на знаниях полученных студентами в результате изучения дисциплин «Математика», «Информатика», «Инженерная графика», «Физика», «Механика», «Основы архитектуры», «Строительные материалы».

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций
ПК-1	Способен использовать знания нормативной базы в области инженерных изысканий, методов проведения инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем	З-ПК-1 Знать: нормативно-техническую и методическую документацию, регламентирующую проведение инженерных изысканий в сфере промышленного и гражданского строительства . У-ПК-1 Уметь: выбирать и систематизировать информацию в области инженерных изысканий и проводить инженерные изыскания, необходимые в области промышленного и гражданского строительства В-ПК-1 Владеть: методами проведения инженерных изысканий при строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений.
ПК-2	Способен участвовать в проектировании деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования	З-ПК-2 Знать: нормативно-техническую и методическую документацию, устанавливающую требования к зданиям и сооружениям промышленного и гражданского строительства У-ПК-2 Уметь: выбирать и систематизировать информацию об основных параметрах технических и технологических решений в сфере промышленного и гражданского строительства для проектирования; оформлять текстовую и графическую части проекта здания или сооружения; представлять и защищать результаты работ по проектированию, расчетному обоснованию и конструированию строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства В-ПК-2 Владеть: навыками проектирования конструкций зданий и сооружений на основе вариантного проектирования с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования; методикой оценки технических и технологических решений в сфере промышленного и гражданского строительства.
ПК-11	Способен контролировать качество строи-	З-ПК-11 Знать: нормативно-техническую и методическую документацию, относящуюся к сфере

	тельных материалов, применяемых в профессиональной деятельности, при строительстве уникальных зданий и сооружений, используя знание их основных свойств и показателей	регулирования оценки качества строительных материалов. У-ПК-11 Уметь: организовывать и проводить контроль качества строительных материалов методикам. В-ПК-11 Владеть: современными методами определения и оценки качества строительных материалов.
--	---	---

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	<b>В-19</b> - формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для формирования: - понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований; - способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами семинаров, открытых лекций, круглых столов; - творческого и критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований.	1. Организация и проведение конференций с целью поиска нестандартных решений в жизни научно-технического сообщества. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях. 3. Формирование критического мышления, посредством обсуждения со студентами современных научных исследований и иных открытий при проведении круглых столов, семинаров, открытых лекций и др.
	<b>В-25</b> - формирование творческого инженерного мышления в сфере строительства и использования современных строительных технологий	1.Использование для формирования чувства личной ответственности в сфере проектирования и строительства промышленных и гражданских объектов воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин:	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности

		<p>Основы архитектуры и строительных конструкций, Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества, Организация, планирование и управление в строительстве, Строительные конструкции зданий и сооружений,</p> <p>Металлические конструкции, включая сварку,</p> <p>Железобетонные и каменные конструкции,</p> <p>Основы технологии возведения зданий,</p> <p>Мониторинг технического состояния зданий и сооружений,</p> <p>Реконструкция и усиление строительных конструкций,</p> <p>Усиление оснований и реконструкция фундаментов,</p> <p>Проектирование оснований и фундаментов.</p> <p>2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутривузовского регионального и/или всероссийского уровня инженерно-строительной тематики.</p>	<p>2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.</p> <p>3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;</p> <p>4. Участие в деятельности студенческого научного общества</p>
--	--	--	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается в 7-м семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часа.

### Календарный план

№ раздела	№ темы	Наименование раздела  (темы) дисципли- ны	Виды учебной Деятельности (в часах)						Атте- стация разде- ла (фор- ма *)	Макси- си- маль- ный балл за раз- дел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС / КРС	Контроль		
1	1-4	Основы оптимального проектирования элементов конструкций.	36/12	8/6	-	8/6	20/0	-	КИ 1	25

2	5-8	Оптимальное проектирование конструкций зданий и сооружений.	36/12	8/6	-	8/6	20/0	-	КИ 2	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			72/24	16/12	-	16/12	40/0	-	3	50

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен.

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль итогов
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. Тема: <b>Метод исключения интервалов.</b> 1.Этап установления границ интервалов. 2.Этап уменьшения интервалов и поиск оптимальной точки.	2	1-5
Лекция 2. Тема: <b>Методы оптимального проектирования для функций нескольких переменных.</b> 1.Метод поиска по образцу. 2.Градиентные методы. 3.Метод Ньютона.	2	1-5
Лекция 3. Тема: <b>Основы метода множителей Лагранжа.</b> 1.Сущность необходимых и достаточных условий. 2.Метод штрафных функций. 3.Анализ полученных решений.	2	1-5
Лекция 4. Тема: <b>Постановка задач оптимального проектирования конструкций.</b> 1.Определение границ системы. 2.Основные критерии и их выбор. 3.Математическая модель системы.	2	1-5
Лекция 5. Тема: <b>Оптимальное проектирование конструкций стальных каркасов.</b> 1.Оптимизация стальной фермы покрытия. 2. Об оптимизации колонн постоянного сечения. 3.Принципы оптимизации балок составного сечения	2	1-5
Лекция 6. Тема: <b>Оптимальное проектирование конструкций железобетонных каркасов:</b> 1.Ферменные конструкции. 2.Оболочечные конструкции. 2.Балочные конструкции таврового сечения.	2	1-5
Лекция 7. Тема: <b>Проектирование листовых конструкций с основами оптимизации.</b> 1.Оптимизация габаритных размеров вертикального резервуара. 2.Об оптимизации шаровых газгольдеров. 3.Особенности оптимизации горизонтальных резервуаров для сжиженных газов.	2	1-5

Лекция 8. Тема: <b>Вариантное проектирование специальных сооружений.</b> 1.Каркас стальной градирни. 2.Решетка стальной башни. 3.Железобетонная монолитная труба.	<b>2</b>	<b>1-5</b>
--	----------	------------

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Определение границ для системы заданных конструкций.</b> Независимые переменные, типы ограничений. Математическая модель оптимизации.	<b>4</b>	<b>1-5</b>
<b>Виды характеристических критериев задач оптимизации.</b> Для стальных конструкций. Для железобетонных конструкций.	<b>4</b>	<b>1-5</b>
<b>Последовательность решения задач оптимизации методом перемещений.</b> Статически определимые системы. Статически неопределимые системы.	<b>4</b>	<b>1-5</b>
<b>Последовательность решения задач оптимизации методом сил.</b> Статически определимые стержневые системы. Статически неопределимые стержневые системы.	<b>4</b>	<b>1-5</b>

### Перечень лабораторных работ - не предусмотрен учебным планом

#### Самостоятельная работа студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Развитие оптимального проектирования конструкций. Развитие методов вариантного проектирования и оптимизации строительных конструкций.	<b>20</b>	<b>1-5</b>
Постановка основных задач оптимального проектирования строительных конструкций. Методы оптимизации их достоинства и недостатки.	<b>10</b>	<b>1-5</b>
Общая математическая формулировка и технико-экономическое содержание основных задач. Критерии оптимальности, целевая функция, их применение в оптимизации.	<b>10</b>	<b>1-5</b>

#### Образовательные технологии

Реализация освоения данной дисциплины обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплин (модулей) основной образовательной программы. В институте действует компьютерные классы, в которых проводятся занятия по различным дисциплинам, в том числе и классы обеспечены доступом к сети Интернет для самостоятельной подготовки студентов. На кафедре имеются компьютеры с возможностью работы в специальных программах и доступа к современным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, к таким как база данных

периодических изданий.

Для аттестации обучающихся имеются фонды оценочных средств по дисциплине в соответствии с утвержденным рабочим учебным планом, включающий средства поэтапного контроля формирования компетенций (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация).

#### **Фонд оценочных средств**

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
2	Основы оптимального проектирования элементов конструкций.	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2; 3-ПК-11, У-ПК-1, В-ПК-11	Контроль итогов (письменно)
3	Оптимальное проектирование конструкций зданий и сооружений.	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2; 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Контроль итогов (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2; 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Вопросы к зачету

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

#### **Перечень вопросов входного контроля (устный опрос)**

1. Виды внешних силовых воздействий.
2. Момент пары сил.
3. Сосредоточенные и распределенные силы.
4. Момент силы относительно точки.
5. Вычисление площадей простейших геометрических фигур.
6. Определение реакций опор статически определимых систем.
7. Определенный интеграл.
8. Производная и дифференциал.
9. Решение линейных алгебраических уравнений.
10. Дифференциальные уравнения в частных производных.
11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
12. Общий интеграл и частное решение дифференциального уравнения.

#### **Перечень вопросов промежуточного контроля**

1. Какие условия необходимы для применения методов оптимизации?
2. Как определяются границы системы?
3. Что такое характеристический критерий?
4. Как назначаются независимые переменные?
5. Как формируется математическая модель системы?
6. Последовательность решения задач оптимизации.
7. Какие виды функций одной переменной наиболее распространены?
8. Монотонно возрастающие и убывающие функции.
9. Что такое умодальность функции?

10. Сформулируйте необходимые и достаточные условия существования оптимального решения.
11. Что такое глобальный и локальный оптимум функции?
12. Суть метода исключения интервалов.
13. Суть метода деления интервала пополам.
14. Суть метода Ньютона-Рафсона.

### Вопросы для зачета

1. Преимущества и недостатки методов оптимизации.
2. Достоинства метода средней точки
3. Суть метода секущей линии.
4. Критерии оптимальности для задач оптимизации со многими переменными.
5. Метод поиска по «образцу» и по симплексу.
6. Метод поиска Хука-Дживса.
7. Достоинства градиентных методов.
8. Решение задач условной и безусловной оптимизации.
9. Метод множителей Лагранжа.
10. Метод штрафных функций.
11. Оптимальное проектирование вертикальных цилиндрических резервуаров.
12. Оптимальное проектирование стальной фермы.
13. Оптимальное проектирование градирен.
14. Особенности оптимизации железобетонных элементов.
15. Оптимизация железобетонной вытяжной трубы.
16. Проектирование стальных башен с основами оптимизации.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на за- чете)	Требования к знаниям
100-65	«зачтено» - 35 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
64-0	«не зачтено» - 0 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.</li> </ul>

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### Основная литература

1. Тарасова, М. В. Инженерные конструкции : учебное пособие / М. В. Тарасова, А. А. Маджугина. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 88 с. [ЭБС Лань \(lanbook.com\)](http://lanbook.com).



### **Дополнительная литература**

2. Технология возведения зданий и сооружений : Курс лекций : учебное пособие / составитель М. А. Фетисова. — Орел : ОрелГАУ, 2016. — 104 с. [ЭБС Лань \(lanbook.com\)](http://lanbook.com).

### **Учебно-методические пособия**

3. Оптимальное проектирование строительных конструкций [Текст]: учеб. пособ. к вып. практич. раб. по курсу "Оптимальное проектирование строительных конструкций" для студ. спец. "Строительство уникальных зданий и сооружений" всех форм обуч. / сост.: Ращепкина С. А., Денисова А.П. – Москва АСВ, 2012. - 216 с.

### **Интернет-ресурсы**

4. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ без ограничения количества пользователей и без ограничения срока использования ресурсов;
5. Электронно-библиотечная система ЭБС elibrary.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- 1) Аудитория для чтения лекций оборудована техническими средствами обучения, интерактивной доской и стендами для проведения презентаций
- 2) Компьютерный класс оснащен всем необходимым для проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью тестирования.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце семинара при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

#### **3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:**

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

### 2. Указания для проведения практических занятий.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практических занятий.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач.

В конце практических работ задать аудитории несколько контрольных вопросов.

### 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по специальности и учебным планам основной образовательной программы.

Рабочую программу составил к.т.н., доцент: С.А. Ращепкина



Рецензент, доцент Меланич В.М.



Программа одобрена на заседании УМКС 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» от 15.11.2021 года, протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии



Голова Т.А.