

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 14 » декабря 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Оптимальное проектирование конструкций** \_\_\_\_\_  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **108 (3)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **15.03.03 Прикладная механика** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Прикладная механика (общий профиль, СУОС)** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

освоение современных методов решения задач по оптимизации, анализ этих методов, прогнозирование возможности создания оптимальных вариантов конструкций

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

конструкции и их элементы, методы расчета и проектирования оптимальных и рациональных элементов конструкций, материалы конструкций, в том числе композиционные и перспективные материалы

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории оптимизации, современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять специальные методики расчета оптимальных параметров нагружения; применять методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость;	Умеет применять специальные методики расчета параметров нагружения; применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектную конструкторскую и нормативную документацию	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов оптимизации и программ используемых при проектировании	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	25	25	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
1. Постановка и методы исследования оптимизационных задач	6	0	8	23
<p>Формулировка основных определяющих соотношений.</p> <p>Критерии оптимизации в задачах механики конструкций и машин. Целевая функция. Основные типы ограничений. Параметры проектирования. Показатели качества.</p> <p>Формы представления оптимизационных задач.</p> <p>Задачи математического программирования, задачи теории управления, вариационные. Модели оптимизационных задач: детерминированная постановка и постановка в условиях неопределенности.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Постепенные постановки задач оптимизации конструкций	6	0	11	20
Одномерные и многомерные задачи оптимизации. Постановка, основные определения, критерии оптимальности. Методы решения. Достоинства и недостатки методов. Выбор наилучшего метода. Задачи линейного программирования. Постановка задач линейного программирования. Примеры. Графическое решение, представление в стандартной форме, симплекс-метод, двойственная постановка.				
Задачи условной оптимизации	6	0	6	20
Влияние ограничений на результат решения. Необходимые условия оптимальности для задач с ограничениями в форме равенств (условие Ланранжа) и ограничениях произвольного вида (теорема Куна-Такера). Методы оптимизации (применение аналитических подходов). Сведение условных задач к безусловным (метод штрафных функций и метод множителей). Линеаризация, выбор направлений. Решение прикладных задач				
ИТОГО по 7-му семестру	18	0	25	63
ИТОГО по дисциплине	18	0	25	63

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Постановка задач оптимизации. Различные формы представления оптимизационных задач
2	Решение безусловных одномерных и многомерных задач оптимизации конструкций
3	Задачи линейного программирования. Достоинства и недостатки метода применительно к задачам проектирования конструкций
4	Условные задачи оптимизации. Необходимые условия оптимизации. Решение задач методами преобразования

## 5. Организационно-педагогические условия

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

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

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

При проведении учебных занятий используются групповые дискуссии, ролевые игры и анализ и моделей.

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

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Геминтерн В. И., Каган Б. М. Методы оптимального проектирования. Москва : Энергия, 1980. 159 с.	1
2	Лесин В. В., Лисовец Ю. П. Основы методов оптимизации : учебное пособие для вузов. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. 341 с. 21,50 усл. печ. л.	6
3	Уайлд Д. Оптимальное проектирование : пер. с англ. Москва : Мир, 1981. 272 с. 17 усл. печ. л.	11
4	Хог Э. Д., Арора Я.С. Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции : пер. с англ. М. : Мир, 1983. 479 с.	4

<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бакулин В.Н., Гусев Е.Л., Марков В.Г. Методы оптимального проектирования и расчета композиционных конструкций. Оптимальное проектирование конструкций из композиционных и традиционных материалов. М. : Физматлит, 2008. 255 с.	1
2	Геминтерн В. И., Штильман М. С. Оптимизация в задачах проектирования. Москва : Знание, 1982. 64 с. 3,36 усл. печ. л.	2
3	Денисова А. П., Ращепкина С. А. Методы оптимального проектирования строительных конструкций : учебное пособие для высшего профессионального образования. Москва : Изд-во АСВ, 2012. 215 с. 13,5 усл. печ. л.	4
4	Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости : учебное пособие для вузов / Абовский Н. П., Енджиевский Л. В., Савченков В. И., Деруга А. П. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Стройиздат, 1993. 455 с.	3
5	Трофимович В. В., Пермьяков В. А. Оптимизация металлических конструкций : учебное пособие для вузов. Киев : Вища шк., 1983. 199 с. 10,76 усл. печ. л.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Васильченко В. Т., Рутман А. Н., Лукьяненко Е. П. Справочник конструктора металлических конструкций. 2-е изд. , перераб. и доп. Киев : Будивэльнык, 1990. 312 с.	7
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Колмогоров Г. Л., Лежнева А. А. Оптимальное проектирование конструкций : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 167 с.	10
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Лежнева А. А., Домбровский И. В. Вероятностные методы расчета конструкций : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016. 223 с. 14,0 усл. печ. л.	29
2	Смирнов В. А. Оптимальное проектирование в машиностроении в примерах и задачах : учебное пособие для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2020. 311 с. 18,14 усл. печ. л.	1

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Пен Р. З., Пен В. Р.Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов. Санкт-Петербург : Лань, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-142356">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-142356</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Маркина М. В., Судакова А. В. Практикум по решению задач оптимизации в пакете MATLAB : учебно-методическое пособие. Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. 49 с.	URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-153249">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-153249</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Колмогоров Г. Л., Лежнева А. А. Оптимальное проектирование конструкции? : учебное пособие. 2-е изд., стереотип. Пермь : ПНИПУ, 2009. 168 с.	URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160447">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160447</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

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



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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	мультимедийная учебная аудитория 205 корпус Г. Мультимедиа комплекс (Инв.№ 0483179) Доска аудиторная (Инв.№ 0641017) Ноутбук Toshiba Satellite A200-1HV (Инв.№ 0474274)	1
Практическое занятие	мультимедийная учебная аудитория 205 корпус Г. Мультимедиа комплекс (Инв.№ 0483179) Доска аудиторная (Инв.№ 0641017) Ноутбук Toshiba Satellite A200-1HV (Инв.№ 0474274)	1

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

Описан в отдельном документе