Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.11.2023 10:59:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана транспортного факультета
_____/М.Н. Лукьянов/
«__» _____08_____ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Основы рационального проектирования

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1. **Цели и задачи дисциплины**

К основным целям освоения дисциплины «Основы рационального проектирования» следует отнести:

- формирование у студентов фундаментальных знаний в области расчетов элементов инженерных конструкций, оптимальных по прочности, жесткости и устойчивости;

- освоение студентами расчетно-экспериментальных основ дисциплины и практических методов расчета элементов конструкций.

К основным задачам освоения дисциплины «Основы рационального проектирования» следует отнести:

- освоение современных методов решения задач по оптимизации, анализа этих методов, прогнозирования возможности создания оптимальных вариантов конструкций;

- знакомство с обобщенными вариантами решений проблем – научиться находить компромиссные решения в условиях многокритериальности или неопределенности.

2. **Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина «Основы рационального проектирования» относится к дисциплинам по выбору студента профессионального цикла (Б.1.1.ДВ) основной образовательной программы бакалавриата.

«Основы рационального проектирования» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1.1):

– высшая математика;

В вариативной части цикла (Б1.2):

– детали машин и основы конструирования;

– вычислительная механика.

В части дисциплин по выбору (Б1.3):

– численные методы;

– элементы математического моделирования физических процессов.

3. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность.	**Знать:** - современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин **Уметь:** - применять полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий **Владеть:** - современными конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа, из них 11 часов – лекционные занятия, 22 часа – семинарские занятия, 39 часов – самостоятельная работа). Структура и содержание дисциплины по видам работы представлены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

8 семестр.

Раздел 1. Критерии оптимальности конструкции.

Формулировка задачи. Виды ограничений. Выбор критериев оптимальности конструкции.

Раздел 2. Математические методы отыскания экстремума.

Отыскание экстремума функций методами дифференциального исчисления. Применение вариационного исчисления к задачам оптимизации. Использование дифференциальных и вариационных методов для расчета оптимальных параметров конструктивных узлов машин.

Раздел 3. Экстремум функции одной переменной.

Минимум функции одной переменной. Прямые методы. Методы, использующие производные функции. Расчет оптимальных параметров простейших элементов конструкций.

Раздел 4. Экстремум функции многих переменных.

Методы безусловной минимизации. Прямые методы. Методы градиентного и наискорейшего спуска. Расчет оптимальных параметров конструктивных элементов.

Раздел 5. Линейное программирование.

Постановка и классификация задач математического программирования. Критерии оптимальности. Расчет критериев для простейших конструктивных узлов.

Раздел 6. Решение задач линейного программирования.

Выбор расчетной схемы. Выбор критерия оптимальности. Составление целевой функции для простейших конструкций. Расчет конструктивных элементов методами линейного программирования.

Раздел 7. Нелинейное программирование.

Задачи нелинейного программирования, сводящиеся к линейному программированию. Метод возможных перемещений. Выбор и расчет условий оптимальности для конструктивных узлов методами нелинейного программирования.

Раздел 8. Градиентные методы.

Методы последовательной безусловной минимизации. Выбор и расчет условий оптимальности для деталей машин.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины предусматривает проведение групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий.

Предполагаются следующие формы проведения занятий: решение тематических задач и вопросов по различным разделам курса дисциплины на семинарах, проведение текущего контроля знаний студентов посредством опросов и проверки решаемых задач.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Используются варианты контрольных вопросов и задач самостоятельной работы студентов на семинарах, а также для домашних заданий.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции формируются поэтапно в ходе освоения дисциплин, практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине.

ПК-1 Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность.				
Показатель	Критерий оценивания			
	2	3	4	5
Знать: - современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин	Обучающийся не знает современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин.	Обучающийся слабо знает современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин.	Обучающийся хорошо знает современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин, допускает неточности при анализе результатов.	Обучающийся отлично знает современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин, свободно использует их при решении задач.
Уметь: - применять полученные	Обучающийся не умеет применять полученные	Обучающийся слабо умеет применять	Обучающийся хорошо умеет применять	Обучающийся отлично умеет применять

знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий	знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий.	полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий.	полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий.	полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий.
Владеть: - современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.	Обучающийся не владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.	Обучающийся не вполне владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.	Обучающийся вполне владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.	Обучающийся отлично владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы рационального проектирования».

Шкала оценивания	**Описание**

Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Токарев, В. В. Методы оптимизации: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. В. Токарев. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 440 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04712-7.

URL: https://urait.ru/bcode/438843

б) Дополнительная литература

1. Гончаров, В. А. Методы оптимизации: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Гончаров. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 191 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3642-1.

URL: https://urait.ru/bcode/425157

Курс «Оптимальное проектирование транспортно-технологических комплексов» https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4409

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных и практических занятий: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, универсальный учебный комплекс по «Сопротивлению материалов» СМ-1. Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Компьютерный класс: столы, стулья, маркерная доска, компьютеры с прикладным тематическим программным обеспечением, подвесной проектор с интерактивной доской. Рабочее место преподавателя: стол, стул, компьютер.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

2. Углубление и расширение теоретической подготовки;

3. Формирование умений использовать специальную литературу;

4. Развитие познавательных способностей студентов, самостоятельности, ответственности и организованности.

Изучение дисциплины неразрывно связано с самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. При этом студент сам планирует свою самостоятельную работу, что создает более благоприятную обстановку и положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10 минут. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекции, практические занятия и консультирование. Преподаватель должен организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед занятиями преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

После каждого занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Зачет по дисциплине проводится в письменной форме с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных билетах. В билет вносится два теоретических вопроса из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Основы рационального проектирования» по направлению подготовки Бакалавров 15.03.03 «Прикладная механика»

(Бакалавр)

п/п	Раздел	Се-ме-стр	Неде-ля се-местра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттеста-ции	
				л	п/с	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
семестр 2															
1	Критерии оптимальности конструкции.	8		1	2		5								
2	Математические методы отыскания экстремума.	8		1	2		5								
3	Экстремум функции одной переменной.	8		2	3		5								
4	Экстремум функции многих переменных.	8		2	3		5								
5	Линейное программирование.	8		1	2		5								
6	Решение задач линейного программирования.	8		1	4		5								
7	Нелинейное программирование.	8		2	4		5								
8	Градиентные методы.	8		1	2		4								
Всего за восьмой семестр				11	22		39								+

Приложение 2.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:	15.03.03 «Прикладная механика»
Профили:	«Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности»
Формы обучения:	очная
Виды профессиональной деятельности:	научно-исследовательская проектно-конструкторская.
Кафедра:	Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы рационального проектирования»

Составитель: **к.т.н. Осипов Н.Л.**

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Основы рационального проектирования
ФГОС ВО **15.03.03 «Прикладная механика»**
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:

КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**
индекс	**формулировка**			
ПК – 1	Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность	**Знать:** - современные вычислительные методы оптимизации, программные комплексы для решения сложных прикладных задач оптимального проектирования конструкций и деталей машин **Уметь:** - применять полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных проектно-конструкторских задач на базе современных компьютерных технологий **Владеть:** - современными конечно-элементными и оптимизационными комплексами для решения задач оптимального проектирования конструкций.	самостоятельная работа, практические занятия, опрос на практических занятиях	УО, ДС

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Основы рационального проектирования*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение 2.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Основы рационального проектирования» по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика».

Пример зачетного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина «Основы рационального проектирования»
Для 15.03.03 «Прикладная механика»

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Основные задачи оптимального проектирования.

2. Вариационные методы.

Утверждено на заседании кафедры « ____ » _____ 2021 г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Вопросы к зачету по дисциплине «Основы рационального проектирования».

1. Понятие оптимального проектирования.
2. Основные задачи оптимального проектирования.
3. История развития методов оптимального проектирования.
4. Системный подход к проектированию конструкций.
5. Исследование операций.
6. Управляемые и неуправляемые параметры.
7. Стандартизация вопросов проектирования.
8. Постановка задачи оптимального проектирования.
9. Целевая функция.
10. Критерий оптимальности.
11. Математическая модель процесса оптимизации.
12. Основные этапы работ при оптимизации.
13. Выбор критерия оптимизации.
14. Моделирование.
15. Математическое программирование.
16. Методы исследования функций математического анализа.
17. Метод множителей Лагранжа.
18. Вариационные методы.
19. Линейное программирование.
20. Нелинейное программирование.
21. Динамическое программирование.
22. Простейшие задачи оптимального проектирования.
23. Задача об оптимальном сечении изгибаемого бруса.
24. Оптимальное проектирование кронштейна.
25. Задача о брусе равного сопротивления при сжатии.
26. Задача о брусе равного сопротивления при изгибе.
27. Оптимизация с ограничениями в виде равенств.
28. Метод простого перебора.
29. Оптимизация статически неопределимых систем.
30. Симплекс – метод.

Вопросы для устного опроса

1. Критерии оптимальности конструкции.
2. Выбор критериев оптимальности конструкции.

3. Математические методы отыскания экстремума.
4. Отыскание экстремума функций методами дифференциального исчисления.
5. Применение вариационного исчисления к задачам оптимизации.
6. Использование дифференциальных и вариационных методов для расчета оптимальных параметров конструктивных узлов машин.
7. Экстремум функции одной переменной.
8. Минимум функции одной переменной.
9. Методы, использующие производные функции.
10. Расчет оптимальных параметров простейших элементов конструкций.
11. Экстремум функции многих переменных.
12. Методы безусловной минимизации.
13. Прямые методы.
14. Методы градиентного и наискорейшего спуска.
15. Расчет оптимальных параметров конструктивных элементов.
16. Линейное программирование.
17. Постановка и классификация задач математического программирования.
18. Критерии оптимальности.
19. Расчет критериев для простейших конструктивных узлов.
20. Решение задач линейного программирования.
21. Выбор критерия оптимальности.
22. Составление целевой функции для простейших конструкций.
23. Расчет конструктивных элементов методами линейного программирования.
24. Задачи нелинейного программирования, сводящиеся к линейному программированию.
25. Метод возможных перемещений.
26. Выбор и расчет условий оптимальности для конструктивных узлов методами нелинейного программирования.
27. Градиентные методы.
28. Методы последовательной безусловной минимизации.
29. Выбор и расчет условий оптимальности для деталей машин.

Темы докладов:

1. Критерии оптимальности конструкции.
2. Методы градиентного и наискорейшего спуска.
3. Расчет критериев для простейших конструктивных узлов.
4. Метод возможных перемещений.
5. Градиентные методы.

6. Методы последовательной безусловной минимизации.
7. Применение вариационного исчисления к задачам оптимизации.
8. Методы, использующие производные функции.
9. Методы безусловной минимизации.
10. Решение задач линейного программирования.
11. Составление целевой функции для простейших конструкций.
12. Вариационные методы.
13. Задача о брусе равного сопротивления при сжатии.
14. Метод множителей Лагранжа.
15. Симплекс – метод.