Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 17:53:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
_____ /П. Итурралде/
«28» 05 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Прикладные методы расчетов на прочность

Специальность

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Профиль подготовки (образовательная программа)
«Компьютерное моделирование транспортных средств»

Квалификация (степень) выпускника
инженер

Форма обучения
Очная

Москва 2021

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Прикладные методы расчетов на прочность» следует отнести:

– изучение теоретических основ и способов применения на практике важнейших расчетных методов прикладного и численного математического анализа применительно к исследованию напряженно-деформированного состояния конструкций;

– подготовка специалистов в области проектирования и расчета механических конструкций и систем.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Прикладные методы расчетов на прочность» следует отнести:

– ознакомить студентов с основными прикладными методами расчета на прочность машиностроительных конструкций;

– привить навыки использования приближенных и численных методов математического анализа для решения задач прочности, устойчивости и колебаний конструкций;

– обучить рациональному выбору расчетных методов в зависимости от особенностей задачи, методам оценки точности и сходимости решений.

2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «Прикладные методы расчетов на прочность» относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы.

«Прикладные методы расчетов на прочность» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– теоретическая механика;

– сопротивление материалов;

– математика.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) 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 организовывать	**знать:** • теоретические основы методов

	разработку конструкций АТС и их компонентов	математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций **уметь:** • выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности **владеть:** • навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 54 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Прикладные методы расчетов на прочность» изучаются на третьем курсе.

Пятый семестр: семинарские занятия – 3 час в неделю (54 часа), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Прикладные методы расчетов на прочность» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Пятый семестр

4.1. Бигармоническое уравнение. Решение в двойных тригонометрических рядах.

Задача о поперечном изгибе свободно опертых прямоугольных пластин – решение Навье.

4.2. Решение бигармонического уравнения в одинарных тригонометрических рядах.

Решение Леви задачи о поперечном изгибе прямоугольной пластины. Особенность граничных условий.

4.3. Решение бигармонического уравнения методом Тимошенко.

Задача об изгибе прямоугольной пластины с защемленным контуром.

4.4. Основные понятия вариационного исчисления.

Функции и функционалы. Экстремум функционала. Условия максимума и минимума. Прямые вариационные методы.

4.5. Метод Ритца.

Изгиб балок при различных граничных условиях. Аппроксимирующие функции. Условия сходимости.

4.6. Метод Ритца.

Решение задачи изгиба прямоугольных пластин. Аппроксимирующие функции Условия сходимости.

4.7. Метод Бубнова-Галеркина.

Решение задач изгиба балок. Граничные условия Дифференциальный оператор. Фундаментальные функции. Основное уравнение. Решение и анализ результатов.

4.8. Метод Бубнова-Галеркина.

Решение задач изгиба прямоугольных пластин. Граничные условия Дифференциальный оператор. Фундаментальные функции. Основное уравнение. Решение и анализ результатов.

4.9. Метод Бубнова-Галеркина в формах Папковича Власова.

Система уравнений Кармана. Метод Папковича применительно к этой системе. Функции перемещений. Интегрирование уравнения для этой функции. Метод Власова применительно к системе Кармана. Задание функций перемещений и напряжений и совместное применение метода Бубнова-Галеркина.

4.10. Метод коллокаций.

Применение метода к задачам изгиба и устойчивости прямолинейных стержней. Аппроксимирующие функции. Граничные условия. Сравнение результатов.

4.11. Метод Канторовича-Власова.

Использование собственных функций задачи. Изгиб прямоугольной пластины с защемленным контуром.

4.12. Конечно-разностный метод.

Представление производных различных порядков в конечных разностях. Контурные и законтурные точки.

4.13. Применение конечно-разностного метода к решению задач изгиба балок.

Решение в перемещениях для балок с различными граничными условиями и характером нагружения.

4.14. Конечно-разностный метод в задачах изгиба пластин.

Решение в перемещениях задачи об изгибе прямоугольной пластины с защемленным контуром.

4.15. Вариационно-разностный метод.

Вариационные уравнения строительной механики. Методы приближенного интегрирования. Непосредственная минимизация разностного функционала.

4.16. Метод установления.

Сведение эллиптической задачи к гиперболической. Решение гиперболической задачи путем сведения ее к задаче Коши. Расчет балки на изгиб методом установления.

4.17. Метод конечных элементов.

Аппроксимация полей перемещений в элементе полиномами. Узловые перемещения. Расчет изгибаемых балок и пластин. Плоская задача теории упругости.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Прикладные методы расчетов на прочность» предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– использование интерактивных форм представления материала;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом по дисциплине составляет 20% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 0% от объема аудиторных занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В пятом семестре

- подготовка реферата.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), 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 (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
знать: теоретические основы методов математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций, свободно оперирует

		знаниями при их переносе на новые ситуации.	аналитических операциях.	приобретенными знаниями.
уметь: выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств.	Обучающийся владеет навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе	Обучающийся в полном объеме владеет навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

			умений на новые, нестандартные ситуации.	

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прикладные методы расчетов на прочность».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	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.
Хорошо	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 допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Допускает ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Неудовлетворительно	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. Исаев, В. Н. Основы проектирования : учебное пособие для вузов / В. Н. Исаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14474-1.
URL: https://urait.ru/bcode/477687

2. Ицкович, Г. М. Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров ; под редакцией Л. С. Минина. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 299 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09131-1.
URL: https://urait.ru/bcode/454244

б) дополнительная литература:

1. Малинин, Н. Н. Прочность турбомашин : учебное пособие для вузов / Н. Н. Малинин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 294 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05333-3
URL: https://urait.ru/bcode/454135

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы: учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте lib.mami.ru в разделе «Электронный каталог»
*(*http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog*).*

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированный компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (содержит столы, стулья, маркерная доска, компьютеры с прикладным тематическим программным обеспечением, подвесной проектор с интерактивной доской, выход в сеть «Интернет»)
Учебные аудитории (содержит столы учебные со скамьями, аудиторная доска).

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 - лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также 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.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний. 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.

Экзамен по дисциплине проводится в форме письменного, экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных 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 экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Прикладные методы расчетов на прочность» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специалист)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Седьмой семестр														
1.1	Бигармоническое уравнение. Решение в двойных тригонометрических рядах	5	1		3		5								
1.2	Решение бигармонического уравнения в одинарных тригонометрических рядах.	5	2		3		5								
1.3	Решение бигармонического уравнения методом Тимошенко	5	3		3		5								
1.4	Основные понятия вариационного исчисления.	5	4		3		5								
1.5	Метод Ритца. Изгиб балок	5	5		3		5				+				
1.6	Метод Ритца. Изгиб пластин	5	6		3		5								
1.7	Метод Бубнова-Галеркина. Изгиб балок	5	7		3		5								
1.8	Метод Бубнова-Галеркина. Изгиб пластин	5	8		3		5								
1.9	Метод Бубнова-Галеркина в формах Папковича и Власова	5	9		3		5								
1.10	Метод коллокаций	5	10				5								

1.11	Метод Канторовича-Власова	5	11				5								
1.12	Конечно-разностный метод	5	12				5								
1.13	Применение метода сеток к задаче изгиба балок	5	13				5								
1.14	Применение метода сеток к задаче изгиба пластин	5	14				5								
1.15	Вариационно-разностный метод	5	15				5								
1.16	Метод установления	5	16				5								
1.17	Метод конечных элементов	5	17-18				10								
	Форма аттестации													**Э**	
	Всего часов по дисциплине в восьмом семестре				54		90								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Специальность: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»Профили: «Компьютерное моделирование транспортных средств»

Формы обучения: очная

Виды профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;
- научно-исследовательская.

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Прикладные методы расчетов на прочность»

Составитель: **к.т.н. Гаврилов Е.В.**

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Прикладные методы расчетов на прочность
ФГОС ВО **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**
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 организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	**знать:** • теоретические основы методов математического анализа применительно к расчету на прочность машиностроительных конструкций **уметь:** • выбирать перспективные расчетные схемы конструктивных элементов в сочетании с надлежащим методом прикладного анализа их прочности **владеть:** • навыками конструирования наземных транспортно-технологических средств	самостоятельная работа, семинарские занятия,	Р

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Прикладные методы расчетов на прочность*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё.	Темы рефератов

Приложение 2.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Прикладные методы расчетов на прочность».

Пример экзаменационного 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 «Прикладные методы расчетов на прочность»
Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
Курс 3, семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Применение конечно-разностного метода к решению задач изгиба балок.
2. Решение гиперболической задачи путем сведения ее к задаче Коши.

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

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Пример задания для написания реферата.

1. Применение бигармонических уравнений для решения задач прочности.
2. Решение задач об изгибе прямоугольной пластины с защемленным контуром.
3. Решение Леви задачи о поперечном изгибе прямоугольной пластины.
4. Применение двойных тригонометрических рядов для решения задач прочности.
5. Основные понятия вариационного исчисления.
6. Прямые вариационные методы.
7. Применение метода Ритца для решения задач прочности.
8. Решение задачи изгиба балок при различных граничных условиях.
9. Решение задачи изгиба прямоугольных пластин с помощью метода Ритца.
10. Решение задач изгиба балок с помощью метода Бубнова-Галеркина.