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
Вероятностные и статистические методы в механике

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 освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «Вероятностные и статистические методы в механике»:

- формирование у студентов знаний, умений и навыков применения методов теории вероятностей и теории надежности для расчета механических систем и конструкций, находящихся под воздействием случайных нагружений.

Задачи освоения дисциплины

- научить студентов проводить теоретические и расчетно-экспериментальные работы для решения задач прикладной механики с учетом случайного нагружения конструкций;

- сформировать у студентов навыки составления расчетных схем и математических моделей для расчета объектов современной техники на случайные воздействия с оценкой показателей надежности и безопасности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Вероятностные и статистические методы в механике» относится к дисциплинам по выбору студента профессионального цикла (Б.1.1.ДВ) основной образовательной программы бакалавриата.

Данная дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- высшая математика;
- аналитическая динамика и теория колебаний;
- сопротивление материалов.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

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
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	**Знать:** - способы представления экспериментальных реализаций случайных процессов. **Уметь:** - обрабатывать случайные процессы нагружения и представлять полученные данные. **Владеть:** - методами анализа случайных процессов нагружения.
ОПК - 11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	**Знать:** - основные понятия, термины и определения теории вероятностей и теории случайных процессов. **Уметь:** - применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях. **Владеть:** -методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часа (57 часов - самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на 3 курсе в шестом семестре. Аудиторные занятия включают лекции – 17 часов и практические занятия – 34 часа, форма аттестационного контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины по видам работ представлены в Таблице 1.

4.2 Содержание разделов дисциплины.

4.2.1 Лекции

Основные понятия и положения теории вероятностей и теории случайных процессов.

Функции и плотности распределения случайной величины. Стационарные случайные процессы. Спектральный анализ. Корреляционная функция и спектральная плотность. Формула Винера-Хинчина.

Случайные колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.

Задачи и методы статистической динамики. Метод спектральных представлений Фурье. Метод функции Грина.

Случайные колебания нелинейных систем.

Приближенные методы анализа. Метод статистической линеаризации.

Расчеты на сопротивление усталости при случайном нагружении.

Амплитуды и средние значения простых циклов. Методы приведения случайных процессов со сложной структурой к процессам с простой структурой. Понятие о теории надежности.

4.2.2. Практические занятия.

1. Функции и плотности распределения случайной величины.
2. Функции случайных аргументов.
3. Анализ входного случайного процесса.
4. Спектральный анализ случайного процесса.
5. Статистическая динамика линейных систем.
6. Метод спектральных представлений Фурье.
7. Статистическая динамика нелинейных систем.
8. Расчеты на сопротивление усталости при случайном нагружении.
9. Расчет долговечности по критерию усталостной прочности.

4.2.3 Расчетно-графические работы

1. Исследование входного случайного процесса нагружения.
2. Воздействие случайных процессов на линейные динамические системы.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки и реализации компетентного подхода при изложении материала предусматривается методика преподавания дисциплины с использованием следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- выполнение 2 расчетно-графических работ;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к экзамену.

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 промежуточной успеваемости:

- индивидуальная расчетно-графическая работа, посвящённая разработке ряда вопросов прочности инженерных конструкций в объеме, предусматривающим реализацию теоретических и практических навыков обучающихся по направлению.

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.

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности				
Показатель	Критерий оценивания			
	2	3	4	5
Знать: - способы представления экспериментальных реализаций случайных процессов	Обучающийся не знает способы представления экспериментальных реализаций случайных процессов.	Обучающийся с трудом разбирается в способах представления экспериментальных реализаций случайных процессов.	Обучающийся хорошо разбирается и ориентируется в способы представления экспериментальных реализаций случайных процессов.	Обучающийся отлично знает способы представления экспериментальных реализаций случайных процессов.
Уметь: - обрабатывать случайные процессы нагружения и представлять полученные данные.	Обучающийся не умеет обрабатывать случайные процессы нагружения и представлять полученные данные.	Обучающийся слабо умеет обрабатывать случайные процессы нагружения и представлять полученные данные.	Обучающийся хорошо умеет обрабатывать случайные процессы нагружения и представлять полученные данные.	Обучающийся отлично справляется с обработкой случайных процессов нагружения и представлять полученные данные.

Владеть: - методами анализа случайных процессов нагружения	Обучающийся не владеет методами анализа случайных процессов нагружения.	Обучающийся не достаточно твердо владеет методами анализа случайных процессов нагружения.	Обучающийся хорошо владеет методами анализа случайных процессов нагружения.	Обучающийся отлично владеет методами анализа случайных процессов нагружения.

ОПК - 11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии				
Показатель	Критерий оценивания			
	2	3	4	5
Знать: -основные понятия, термины и определения теории вероятностей и теории случайных процессов;	Обучающийся плохо знает основные понятия, термины и определения теории вероятностей и теории случайных процессов.	Обучающийся демонстрирует удовлетворительные знания основных понятий, терминов и определений теории вероятностей и теории случайных процессов.	Обучающийся хорошо знает основные понятия, термины и определения теории вероятностей и теории случайных процессов.	Обучающийся отлично знает основные понятия, термины и определения теории вероятностей и теории случайных процессов.
Уметь: - применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях	Обучающийся не умеет применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях.	Обучающийся не твердо умеет применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях.	Обучающийся хорошо умеет применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях.	Обучающийся отлично умеет применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях.
Владеть: -методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.	Обучающийся не владеет методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.	Обучающийся слабо владеет методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.	Обучающийся хорошо владеет методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.	Обучающийся отлично владеет методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.

6.2.3 Шкала оценивания результатов промежуточных аттестаций. 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 «Вероятностные и статистические методы в механике».

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 расчетах, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует хорошее соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет с некоторыми затруднениями в ситуациях повышенной сложности. Допускает некоторые ошибки при аналитических расчетах, 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, допускаются существенные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по некоторым показателям, испытывает затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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. Гладков, Л. Л. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / Л. Л. Гладков, Г. А. Гладкова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 196 с. URL: https://e.lanbook.com/book/130156

б) дополнительная литература:

1. *Гмурман, В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 479 с. URL: https://urait.ru/bcode/449646

в) Электронные образовательные ресурсы

Курс «Случайные процессы нагружения конструкций и их анализ»
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12620

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов».

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.

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 и практических занятиях. 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.

Экзамен 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 экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Вероятностные и статистические методы в механике»
по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»

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 атте-ста-ции	
				л	п/с	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
Семестр 6															
1	Основные понятия и положения теории вероятностей и теории случайных процессов	6	1-4	4	8		11								
2	Случайные колебания линейных систем	6	5-10	6	12		16				**РГР№1**				
3	Случайные колебания нелинейных систем	6	11-13	3	6		14								
4	Расчеты на сопротивление усталости при случайном нагружении	6	14-17	4	8		16				**РГР№2**				
Всего за 6 семестр				17	34		57				**2РГР**				**З**
	Форма аттестации														
ИТОГО			17	**17**	**34**		**57**				**2РГР**				**З**

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

«Вероятностные и статистические методы в механике»

Составитель: **к.т.н. Щербаков В.И.**

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Вероятностные и статистические методы в механике				
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**			
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	**Знать:** - способы представления экспериментальных реализаций случайных процессов. **Уметь:** - обрабатывать случайные процессы нагружения и представлять полученные данные. **Владеть:** - методами анализа случайных процессов нагружения.	самостоятельная работа, опрос на практических занятиях	УО, РГР
ОПК - 11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	**Знать:** - основные понятия, термины и определения теории вероятностей и теории случайных процессов. **Уметь:** - применять модели математического и компьютерного моделирования в для расчета систем и конструкций при случайных нагружениях. **Владеть:** -методами математического и компьютерного моделирования динамических систем со случайными нагружениями.	самостоятельная работа, опрос на практических занятиях	УО, РГР

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Вероятностные методы в механике машин и конструкций*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно- графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно- графической работы
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

Фонды оценочных средств по дисциплине «Вероятностные и статистические методы в механике» 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 «Вероятностные и статистические методы в механике»
Направление 15.03.03 «Прикладная механика»

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Основные понятия и положения теории вероятностей и теории случайных процессов.
2. Метод статистической линеаризации.

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

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Примеры вопросов для зачета:

1. Основные понятия и положения теории вероятностей и теории случайных процессов.
2. Функции и плотности распределения случайной величины.
3. Стационарные случайные процессы.
4. Спектральный анализ.
5. Корреляционная функция и спектральная плотность.
6. Формула Винера-Хинчина.
7. Случайные колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.
8. Задачи и методы статистической динамики.
9. Метод спектральных представлений Фурье.
10. Метод функции Грина.
11. Случайные колебания нелинейных систем.
12. Приближенные методы анализа.
13. Метод статистической линеаризации.
14. Расчеты на сопротивление усталости при случайном нагружении.
15. Амплитуды и средние значения простых циклов.

Пример задания для расчетно-графической работы.

РГР №1 « Исследование входного случайного процесса нагружения».

Для заданного случайного процесса (рис. 1) требуется:

1. Определить частотный состав;
2. Определить необходимую продолжительность эргодического стационарного процесса;
3. Задать шаг квантования процесса;
4. Провести дискретизацию процесса
5. Построить гистрограмму функции распределения случайного процесса;
6. Найти оценки числовых характеристик распределения;
7. Подобрать аналитические выражения для закона распределения случайного процесса
8. Найти теоретические значения плотности и функции распределения случайного процесса, по которым построить теоретические кривые плотности и функции распределения случайного процесса, совместив их с соответствующими гистограммами;
9. Вычислить оценку для корреляционной функции и построить её график;

10. Проверить гипотезу о подобранном законе распределения значений процесса с помощью критерия согласия Пирсона.

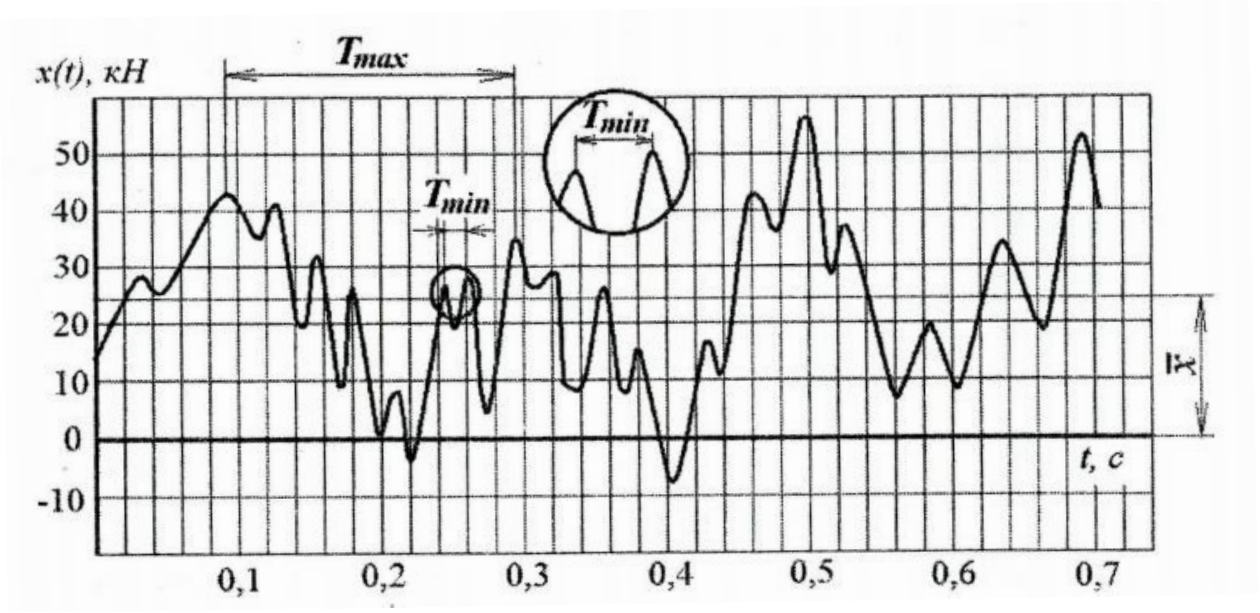


Рис. 1. Пример заданного случайного процесса.

Пример вопросов для устного опроса:

1. Как записывается плотность распределения случайной величины?
2. Что такое стационарные случайные процессы?
3. В чем заключается спектральный анализ?
4. Что такое корреляционная функция и спектральная плотность?
5. Что описывает формула Винера-Хинчина?
6. Что такое случайные колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы?
7. В чем заключается метод спектральных представлений Фурье?
8. В чем заключается метод функции Грина?
9. Что такое случайные колебания нелинейных систем?
10. Что такое метод статистической линеаризации?
11. Что такое надежность?
12. Что такое функция случайных аргументов?
13. В чем заключается анализ входного случайного процесса.
14. Каков алгоритм расчета на сопротивление усталости при случайном нагружении?
15. Каков алгоритм расчета долговечности по критерию усталостной прочности?