|  |
| --- |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«МИРЭА − Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

**Институт информационных технологий (ИИТ)**

**Кафедра прикладной математики (ПМ)**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Технологии организации обработки и хранения статистических данных»

**Тема курсовой работы**: «Прогнозирование риска сердечного приступа»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент группы ИМБО-02-22 | Лищенко Тимофей Викторович | (подпись) |
| Руководитель  курсовой работы | доцент, к.п.н. Митина О.А. | (подпись) |
| Работа представлена к защите | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. |  |
| Допущен к защите | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. |  |

|  |
| --- |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«МИРЭА − Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

**Институт информационных технологий (ИИТ)**

**Кафедра прикладной математики (ПМ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Утверждаю |
|  |  | Заведующий кафедрой ПМ |
|  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Смоленцева Т.Е.  (подпись) |
|  |  | «21» сентября 2023 г. |

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение курсовой работы**

по дисциплине «Технологии организации обработки и хранения статистических данных»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент Лищенко Тимофей Викторович | | Группа ИМБО-02-22 |
| **Тема** «Прогнозирование риска сердечного приступа» | | |
| **Исходные данные:** выбранный студентом данные. | | |
| **Перечень вопросов, подлежащих разработке, и обязательного графического материала:**  Характеристика и общее описание признаков, влияющих на развитие сердечного приступа (описание признаков, типов данных, общее текстовое описание сердечных приступов и графическое представление влияния признаков на риск)  Графические модели зависимости влияния признаков на риск развития сердечного приступа (описание путем представления графиков по признакам)  Анализ риска возникновения сердечного приступа (выявление зависимостей между признаками)  Прогнозирование риска сердечного приступа. | | |
| **Срок представления к защите курсовой работы: до** «15» декабря 2023 г. | | |
| **Задание на курсовую работу выдал** | *Подпись руководителя* | Митина О.А.  *(ФИО руководителя)* |
| «21» сентября 2023 г. | | |
| **Задание на курсовую работу получил** | *Подпись обучающегося* | Лищенко Т.В.  *(ФИО обучающегося)* |
| «21» сентября 2023 г.  Москва 2023 г.  **ОТЗЫВ**  **на курсовую работу**  **по дисциплине «Технологии организации, обработки и хранения статистических данных»**  **Студент Лищенко Тимофей Викторович** **ИМБО-02-20**  (ФИО студента) (Группа)  Характеристика курсовой работы   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Критерий | Да | Нет | Не полностью | | 1. Соответствие содержания курсовой работы указанной теме |  |  |  | | 2. Соответствие курсовой работы заданию |  |  |  | | 3. Соответствие рекомендациям по оформлению текста, таблиц, рисунков и пр. |  |  |  | | 4. Полнота выполнения всех пунктов задания |  |  |  | | 5. Логичность и системность содержания курсовой работы |  |  |  | | 6. Отсутствие фактических грубых ошибок |  |  |  |   Замечаний:  Рекомендуемая оценка:  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Подпись руководителя ФИО руководителя | | |
| Москва 2023 г. | | |
|  | | |
| Оглавление  [**Введение** 5](#_Toc148222015)  [**1 Теоретическая часть** 6](#_Toc148222016)  [**1.1 Сердечный приступ** 6](#_Toc148222017)  [**1.2 Корреляционно-регрессионный анализ** 10](#_Toc148222018)  [**2 Практическая часть** 15](#_Toc148222019)  [**2.1 Корреляционно-регрессионный анализ на примере на примере анализа риска развития сердечного приступа.** 15](#_Toc148222020)  [**2.1.1 О наборе данных** 15](#_Toc148222021)  [**2.1.2 Глоссарий набора данных (по столбцам)** 17](#_Toc148222022)  [**1.3 Предварительный анализ и подготовка данных** 19](#_Toc148222023) | | |

# **Введение**

В современном мире люди все чаще подвержены риску развития сердечного приступа, что требует всестороннего изучения связей между биологическими признаками человека и риском возникновения инфаркта.

При здоровом образе жизни все органы и системы органов человека, в частности кровеносная и сердечно-сосудистая системы, функционируют исправно, что минимизирует риск развития сердечного приступа. Поскольку все системы взаимосвязаны изменение в одной системе провоцирует неправильное функционирование всего организма. Важно оценивать то, насколько состояние здоровья, возраст, вредные привычки, ведение неправильного образа жизни влияют или связаны с риском возникновения сердечного приступа.

Таким образом, тема данной курсовой работы является актуальной для медицины и человека в целом.

Целью данной курсовой работы является – провести анализ и построить модель прогнозирования риска сердечного приступа.

Задачи, решаемые в данной курсовой работе:

1. Изучение научной и методической литературы о сердечно-сосудистых заболеваниях, а именно сердечных приступах, таких как инфаркт;
2. Поиск/Сбор данных о сердечных приступах;
3. При необходимости подготовить данные, провести очистку и предобработку;
4. Проанализировать исходные данные, построив графики зависимостей (провести первичный анализ данных);
5. Используя знания математической статистики и современных средств обработки данных: язык программирования Python с его библиотеками, построить модель прогнозирования.

# **1 Теоретическая часть**

## **1.1 Сердечный приступ**

Перед тем как провести анализ риска сердечного приступа, давайте попробуем разобраться в том, что представляет собой сердечный приступ. Сердечный приступ — это серьезное патологическое состояние, вызванное резким нарушением кровоснабжения сердечной мышцы, чаще всего вызванное закупоркой артерии тромбом и/или спазмом, обычно в месте атеросклеротического нарушения артерии, которая снабжает сердце кровью, что влечет за собой развитие ишемии и некроза (отмирания) участка сердечной мышцы.

Основные признаки сердечного приступа включают в себя следующие:

1. Боль в груди или дискомфорт.
2. Боль в груди или дискомфорт могут ощущаться как давление, стеснение или ощущение сдавливания.
3. Одышка: затрудненное дыхание, которое может сопровождаться болью в груди или происходить без нее.
4. Дискомфорт в других частях тела, таких как спина, руки, плечи, шея или челюсть.
5. Нарушение ритма сердца.

Смертность от острого инфаркта миокарда составляет около 30%, и еще 5-10% выживших после инфаркта миокарда умирают в течение года после него. Кроме того, после инфаркта миокарда человек может испытывать стресс, тревогу и депрессию. Даже легкие формы депрессии наблюдаются у 2/3 пациентов, находившихся в больнице из-за острого инфаркта миокарда, а тяжелая депрессия у примерно 15% всех пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Это в несколько раз выше, чем в среднем в населении. Известно также, что депрессия увеличивает риск неблагоприятного исхода: у пациентов с депрессией, развившейся после инфаркта миокарда, риск смерти увеличивается в три раза.

Факторы риска инфаркта миокарда делятся на модифицируемые (на которые можно влиять) и не модифицируемые (которые нельзя изменить). Совокупность нескольких факторов риска увеличивает вероятность инфаркта миокарда и других сердечно-сосудистых заболеваний.

Модифицируемые факторы:

Курение повреждает кровеносные сосуды, увеличивая риск атеросклероза и образования тромбов. Даже пассивное курение увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Высокое артериальное давление (гипертония) повышает нагрузку на сердце, повреждает артерии, снабжающие сердце кровью, и увеличивает риск развития сердечной и почечной недостаточности, а также инфаркта миокарда и инсульта.

Высокий уровень холестерина в организме способствует образованию атеросклеротических бляшек на стенках сосудов.

Избыточный вес является фактором риска для высокого артериального давления, уровня холестерина, метаболического синдрома, сахарного диабета и других заболеваний.

Неправильное питание, богатое холестерином, насыщенными жирами и транс-жирами, увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Отсутствие физической активности может быть самостоятельным фактором риска для сердечных заболеваний и увеличивает вероятность других факторов риска, таких как избыточный вес, гипертония, высокий уровень холестерина и сахарный диабет.

Высокий уровень глюкозы в крови может повреждать кровеносные сосуды и увеличивать риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Комбинированный набор этих факторов, называемый метаболическим синдромом, повышает вероятность заболеваний сердца и сосудов.

Стресс является серьезным фактором риска, так как неконтролируемый стресс может привести к неблагоприятным привычкам, таким как курение, употребление алкоголя и переедание, что также увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Стресс также может вызвать повышение артериального давления и даже синдром Такоцубо, известный как "синдром разбитого сердца". Этот синдром характеризуется симптомами, похожими на сердечный приступ, но не связанными с блокадой артерий. Стрессовая кардиомиопатия чаще встречается у женщин.

Не модифицируемые факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний включают следующее:

С возрастом увеличивается риск сердечных заболеваний. У мужчин этот риск возрастает после 45 лет, а у женщин - после 55 лет, особенно после наступления менопаузы.

Семейная история играет важную роль. Если близкие родственники (отец, мать, брат, сестра) страдали от сердечных заболеваний, их диагноз был поставлен до 55 лет у мужчин и до 65 лет у женщин, то риск таких заболеваний у вас повышен. В этом случае важно проконсультироваться с врачом, чтобы узнать, когда начинать регулярные обследования и какие факторы риска следует контролировать.

Преэклампсия, осложнение, которое чаще возникает после 20 недели беременности, увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний в будущем. Преэклампсия характеризуется высоким артериальным давлением, протеином в моче и отечностью. Если не лечить, она может вызвать серьезные осложнения для матери и ребенка.

Заболевание, вызванное новой коронавирусной инфекцией (COVID-19), увеличивает риск тромбозов, которые могут привести к инфаркту миокарда, инсульту и другим осложнениям. Этот риск может возникнуть даже у людей без предыдущих сердечных заболеваний.

Другие факторы риска включают социально-демографические аспекты, такие как низкий уровень образования и дохода, а также проживание в бедных районах, что увеличивает вероятность развития ишемической болезни сердца. Сильные эмоции, такие как гнев и горе, могут также повысить риск инфаркта миокарда, особенно у людей с существующими сердечно-сосудистыми заболеваниями. Хронический стресс на работе, такой как переработка и длительные рабочие дни, может способствовать развитию ишемической болезни сердца у мужчин. Долгосрочные стрессовые ситуации в семье также могут увеличить этот риск. Клиническая депрессия, панические атаки и тревожность также входят в число факторов риска.

Таким образом, риск развития сердечного приступа является наиважнейшей частью современного медицинского мира. Он не мало опасен для человека и может быть подвергнут корреляционно-регрессионному анализу.

## **1.2 Корреляционно-регрессионный анализ**

Корреляционно-регрессионный анализ является наиболее широко распространенным и гибким приемом обработки статистической информации.

Корреляционно-регрессионный анализ — это один из самых распространенных методов изучения отношений между численными величинами. Его основная цель состоит в нахождении зависимости между двумя параметрами и ее степени с последующим выведением   
уравнения. То есть, корреляционно-регрессионный анализ представляет из себя объединение методов корреляционного и регрессионного анализов.

Задачами корреляционно-регрессионного анализа являются:

1. Установление типа уравнения регрессии;
2. Определение параметров уравнения регрессии и оценка значимости параметров;
3. Оценка тесноты и направления связи между переменными; - оценка значимости уравнения регрессии;
4. Определение прогнозных значений зависимой переменной и оценка полученного прогноза.

Так как в корреляционно-регрессионном анализе используются методы корреляционного и регрессионного анализа, рассмотрим эти методы подробней.

Корреляционный анализ — раздел математической статистики, в котором изучаются задачи выявления статистических зависимостей между случайными величинами путем оценок различных коэффициентов корреляции. Методы корреляционного анализа дают хорошие результаты тогда, когда данные эксперимента можно считать выбранными из генеральной совокупности, распределенной по многомерному нормальному закону.

Невозможно управлять явлениями, предсказывать их развитие без изучения характера, силы и других особенностей связей. Поэтому методы исследования, изменения связей составляют чрезвычайно важную часть методологии научного исследования, в том числе и статистическую.

Связи между изучаемыми переменными подразделяются на функциональные и статистические. При функциональной связи определенному значению одной переменной величины соответствует строго определенное значение другой переменной.

При изменении одной из них на определенную величину, другая переменная изменяется на величину, в соответствии с видом функции, связывающей переменные.

Статистической называется связь между переменными или признаками, когда определенному значению факторного признака соответствует несколько различных значений результативного признака. Частным случаем статистической связи является корреляционная, которая проявляется в среднем, в массе наблюдений, как статистическая закономерность.

При корреляционной связи с изменением факторного признака на определенную величину изменяется среднее значение результативного признака. Обычно корреляционная зависимость представляется как функциональная зависимость между переменными в виде уравнения регрессии.

Корреляционной связью называют важнейший частный случай статистической связи, состоящий в том, что разным значениям одной переменной соответствуют различные средние значения другой. С изменением значения признака х закономерным образом изменяется среднее значение признака у; в то время как в каждом отдельном случае значение признака y (с различными вероятностями) может принимать множество различных значений.

Тесноту связи изучаемых явлений оценивает Коэффициент   
Пирсона (Kn).

Коэффициент Пирсона используется для изучения связи между двумя качественными признаками, каждый из которых состоит более чем из двух групп. Вычисляют по формуле:

,

где — показатель взаимной сопряженности:

,

где — объемы признака X по группам;

— объемы признака Y по группам;

— объемы выборок, относящихся к X и Y одновременно.

Корреляционный коэффициент Пирсона может принимать значения в диапазоне .

По значению эмпирического корреляционного отношения судят о тесноте связи между признаками. Обычно придерживаются следующей шкалы:

— связь слабая;

— связь заметная;

— связь умеренно тесная;

— связь тесная;

— связь очень тесная.

После того как с помощью корреляционного анализа выявлено наличие статистических связей между переменными и оценена степень их тесноты, обычно переходят к математическому описанию зависимостей, то есть к регрессионному анализу.

Регрессионный анализ применяется в тех случаях, когда необходимо отыскать непосредственно вид зависимости х и у. При этом предполагается, что независимые факторы являются не случайными величинами, а результативный показатель у имеет постоянную, независимую от факторов дисперсию и стандартное отклонение.

Рассмотрим метод линейной регрессии.

Под линейностью имеется в виду, что переменная у предположительно находится под влиянием переменной х в зависимости

,

где b — постоянная величина (или свободный член уравнения);

a — коэффициент регрессии, определяющий наклон линии, вдоль которой рассеяны данные наблюдения. Это показатель, характеризующий изменение переменной yi при изменении значения xi на единицу. Если a > 0, переменные xi и yi положительно коррелированные, если a < 0 — отрицательно коррелированные;

εi — независимая нормально распределенная величина — остаток с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией:

,

где σ — среднее квадратическое отклонение. Отражает тот факт, что изменение yi будет неточно описываться изменением xi: присутствуют другие факты, не учтенные в данной модели.

Построение линейной регрессии сводится к оценке параметров a и b. Классический подход к оцениванию параметров линейной регрессии основан на методе наименьших квадратов (МНК). МНК позволяет получить такие оценки параметров a и b, при которых сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака y от расчетных (теоретических) , минимальна:

,

где yi — фактические значения результативного признака y;

— расчетные значения результативного признака y.

То есть из всего множества линий линия регрессии на графике выбирается так, чтобы сумма квадратов расстояний по вертикали между точками и этой линией была бы минимальной.

Таким образом, рассмотрено понятие корреляционно-регрессионного анализа, а также методы корреляционно-регрессионного анализа: нахождение корреляционной связи с помощью коэффициента Пирсона; построение парной линейной регрессии с помощью метода наименьших квадратов (МНК).

Рассмотрим применение корреляционно-регрессионного анализа на примере анализа риска развития сердечного приступа.

# **2 Практическая часть**

## **2.1 Корреляционно-регрессионный анализ на примере на примере анализа риска развития сердечного приступа.**

### **2.1.1 О наборе данных**

#### **2.1.1.1 Контекст:**

Набор данных для прогнозирования риска сердечного приступа служит ценным ресурсом для изучения сложной динамики здоровья сердца и его предикторов. Сердечные приступы, или инфаркты миокарда, по-прежнему остаются серьезной проблемой глобального здравоохранения, требующей более глубокого понимания их предвестников и потенциальных смягчающих факторов. Этот набор данных включает в себя широкий спектр атрибутов, включая возраст, уровень холестерина, кровяное давление, привычки к курению, режим физических упражнений, диетические предпочтения и многое другое, с целью прояснения сложного взаимодействия этих переменных при определении вероятности сердечного приступа. Используя прогностическую аналитику и машинное обучение на основе этого набора данных, исследователи и медицинские работники могут разрабатывать про активные стратегии профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Этот набор данных является свидетельством коллективных усилий по улучшению нашего понимания здоровья сердечно-сосудистой системы и прокладыванию пути к более здоровому будущему.

#### **2.1.1.2 Содержание:**

Этот набор данных предоставляет полный набор характеристик, имеющих отношение к здоровью сердца и выбору образа жизни, включая сведения о конкретном пациенте, такие как возраст, пол, уровень холестерина, кровяное давление, частота сердечных сокращений, а также такие показатели, как диабет, семейный анамнез, привычки к курению, ожирение и потребление алкоголя. Кроме того, учитываются такие факторы образа жизни, как продолжительность физических упражнений, пищевые привычки, уровень стресса и малоподвижный образ жизни. Рассматриваются медицинские аспекты, включающие предшествующие проблемы с сердцем, прием лекарств и уровень триглицеридов. Учитываются социально-экономические аспекты, такие как доход, и географические атрибуты, такие как страна, континент и полушарие. Набор данных, состоящий из 8763 записей пациентов со всего мира, завершается важнейшим бинарным классификационным признаком, обозначающим наличие или отсутствие риска сердечного приступа, предоставляя всеобъемлющий ресурс для прогностического анализа и исследований в области сердечно-сосудистого здоровья.

### **2.1.2 Глоссарий набора данных (по столбцам)**

1. Patient ID - Уникальный идентификатор для каждого пациента

2. Age - Возраст пациента

3. Sex - Пол пациента (мужчина/женщина)

4. Cholesterol - Уровень холестерина у пациента

5. Blood Pressure - Артериальное давление пациента (систолическое/диастолическое)

6. Heart Rate - Частота сердечных сокращений пациента

7. Diabetes - Есть ли у пациента сахарный диабет (Да/Нет)

8. Family History - Семейный анамнез проблем, связанных с сердцем (1: Да, 0: Нет)

9. Smoking - Статус курения пациента (1: Курильщик, 0: Некурящий)

10. Obesity - Статус ожирения пациента (1: Ожирение, 0: Отсутствие ожирения)

11. Alcohol Consumption - Уровень потребления алкоголя пациентом (Отсутствует/Легкий/УмеренныйТяжелый)

12. Exercise Hours Per Week - Количество часов занятий спортом в неделю

13. Diet - Пищевые привычки пациента (Здоровые/Средние/Нездоровые)

14. Previous Heart Problems - Предыдущие проблемы с сердцем у пациента (1: Да, 0: Нет)

15. Medication Use - Прием лекарств пациентом (1: Да, 0: Нет)

16. Stress Level - Уровень стресса, о котором сообщил пациент (1-10)

17. Sedentary Hours Per Day - Часы сидячей деятельности в день

18. Income - Уровень дохода пациента

19. BMI - Индекс массы тела (ИМТ) пациента

20. Triglycerides - Уровень триглицеридов у пациента

21. Physical Activity Days Per Week - Дни физической активности в неделю

22. Sleep Hours Per Day - Количество часов сна в сутки

23. Country - Страна пациента

24. Continent - Континент, на котором проживает пациент

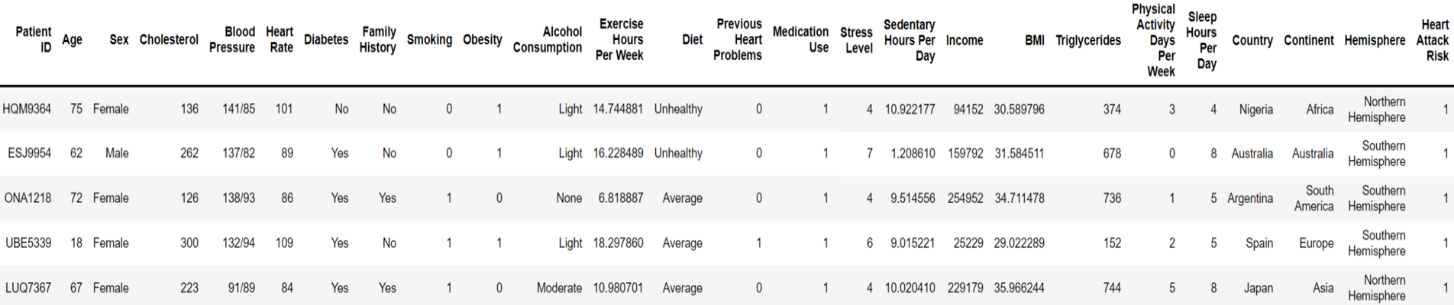
25. Hemisphere - Полушарие, в котором находится пациент

26. Heart Attack Risk - Наличие риска сердечного приступа (1: Да, 0: Нет)

### **2.1.3 Предварительный анализ и подготовка данных**

Для обработки данных и проведения корреляционно-регрессионного анализа используем среду разработки Jupyter Notebook и язык программирования Python с его библиотеками для анализа данных. Импортируем наши наборы данных в формате CSV. Для этого используем библиотеку Pandas.

Посмотрим на табличное представление исходных данных на рисунке 2.1.



**Рисунок 2.1 – Табличное представление исходных данных.**

Чтобы получше узнать какого рода данные представлены в таблице посмотрим на их тип.

На рисунке 2.2 указаны типы данных для каждой переменной.



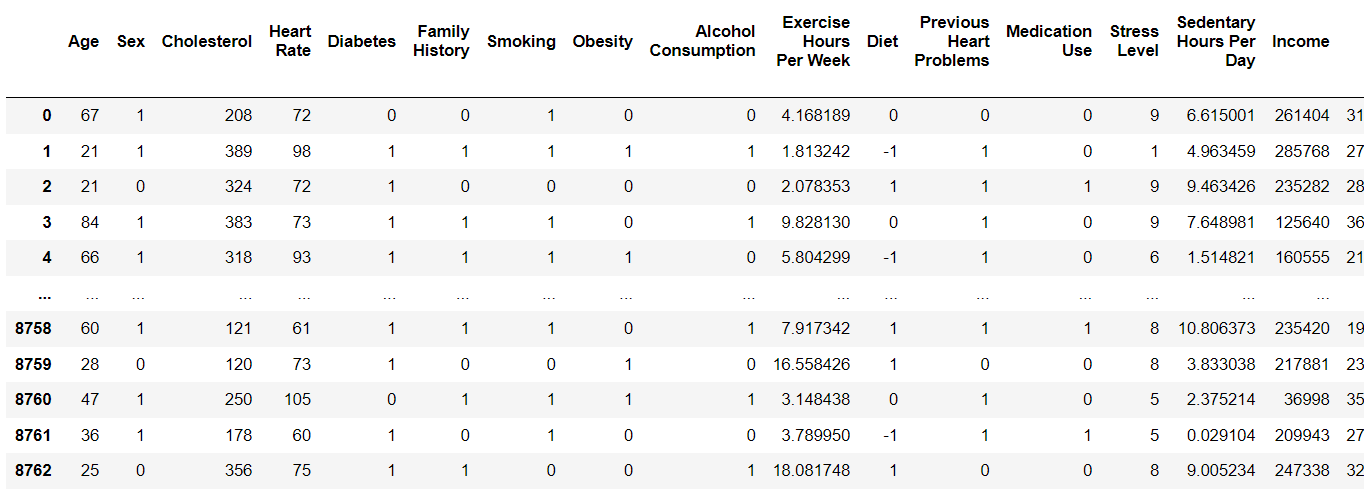
**Рисунок 2.2 – Типы данных для каждой перменной.**

В нашей ситуации мы можем полностью избавиться от номера пациента, т.к. для нас это не имеет значения, так же можно опустить переменные страны, полушария и континента. Из-за того, что категориальные признаки сложнее поддаются регрессионному анализу, чем числовые мы можем заменить, где это возможно на числа, таким образом мы заменили в нашей таблице:

1. Значение переменной “Sex”, где значение 1 – “Male”, 0 – “Female”.
2. Значение переменной “Blood Pressure” – разделили по символу “/” на две переменных, а именно “Systolic BP” и “Diastolic BP”.
3. Значение переменной “Diet”, где значение “Unhealthy” – -1, “Average” – 0, “Healthy” – 1.
4. Добавим новую переменную .
5. Значение переменной “Alcohol Consumption”, где значение None – 0, Light – 1, Moderate – 2, Heavy – 3.
6. Значение переменной “Diabetes”, где значение “Yes” – 1, “No” – 0.

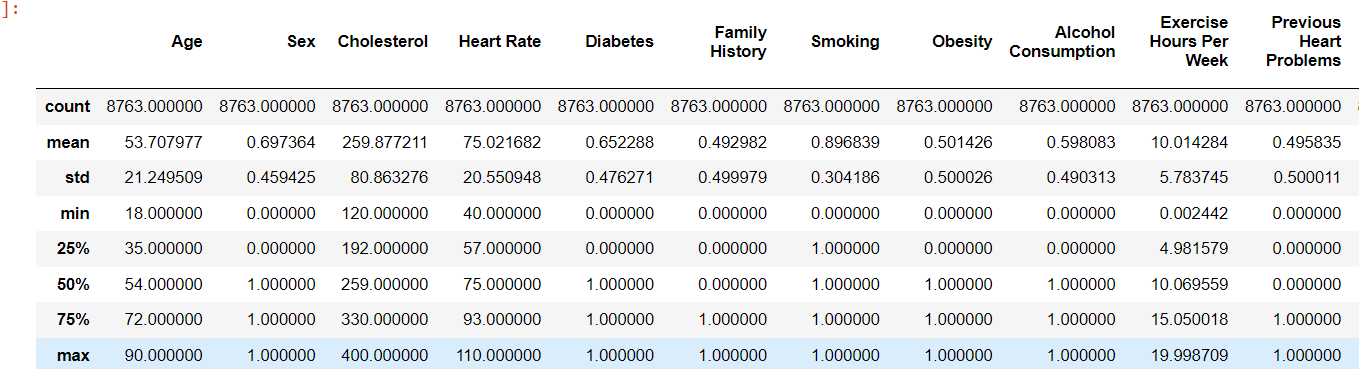
Так как эти данные были взяты из открытых источников, в них могут быть пропущены значения, а также на местах значений стоять нули, нам необходимо проверить наличие некачественных данных и задать способ их обработки – например для строк, в которых пропущено какое-то значение можно, либо попробовать восстановить это значение, либо удалить всю строчку.

Проведя первичную очистку данных от некачественных значений и пропусков, а также замены категориальных признаков на числовые получим “чистую” таблицу исходных данных, представленную на рисунке 2.3.



**Рисунок 2.3 – Очищенная таблица исходных данных.**

Перед непосредственным анализом, давайте посмотри на общие характеристики наших данных. На количество строк в каждом столбце, среднее значение, медиану, максимальный и минимальный элемент, а также 25-ый, 50-ый и 75-ый процентили представлены на рисунке 2.4.



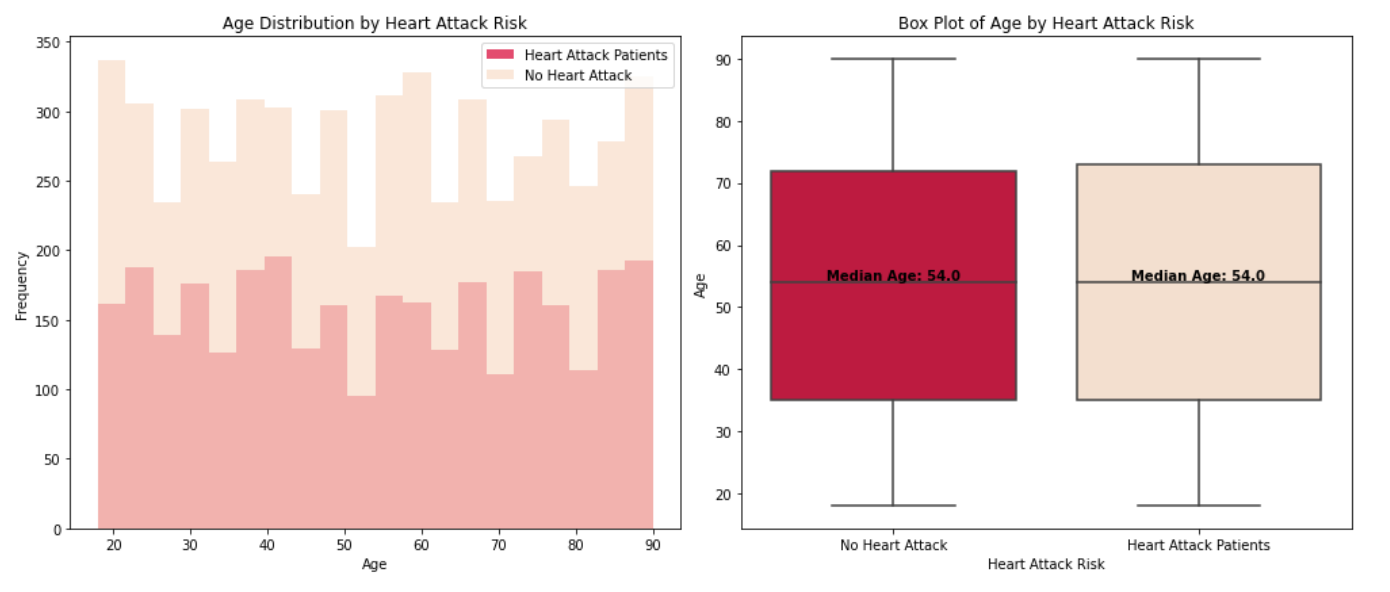
**Рисунок 2.4 – Общие характеристики данных.**

### **2.1.4 Демографический анализ сердечного приступа**

Демографический анализ — это изучение характеристик населения, таких как возраст, пол, раса, этническая принадлежность, доход и уровень образования. Он может быть использован для выявления тенденций и закономерностей в популяции и для понимания того, как эти факторы могут влиять на различные исходы, такие как риск сердечного приступа.

#### **2.1.4.1 Возраст в зависимости риска сердечного приступа**

Построим гистограмму распределения количества сердечных приступов от возраста и два “ящика с усами” – один для тех, у кого был сердечный приступ и для тех, у кого его не было представлено на рисунке 2.5.

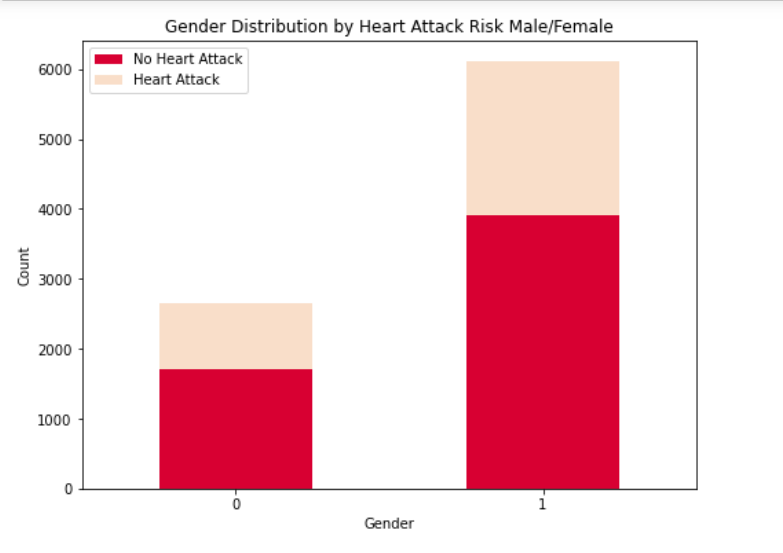


**Рисунок 2.5 Графики зависимости возраста и сердечного приступа.**

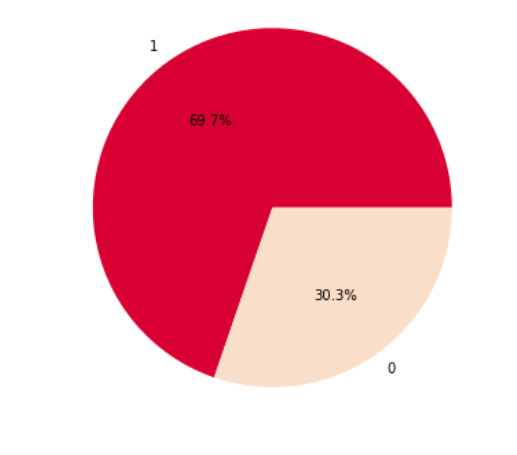
Тем самым по гистограмме можно заметить относительно равное распределение между риском возникновения сердечного приступа для каждого возраста, а также по графикам “boxplot” узнаем медиану среди людей, у которых был сердечный приступ и нет, она оказалась равной в обоих случаях числу 54.

#### **2.1.4.2 Половое распределение**

Построим гистограмму распределения в зависимости от пола пациента и риска возникновения сердечного приступа и круговую диаграмму отношения мужчин и женщин с риском возникновения инфаркта. Диаграммы представлены на рисунках 2.6 и 2.7 соответственно.



**Рисунок 2.6 - Гистограмма распределения зависимости сердечного приступа от пола.**

****

**Рисунок 2.7 - Круговая диаграмма отношения мужчин и женщин, имеющих риск к возникновению сердечного приступа.**

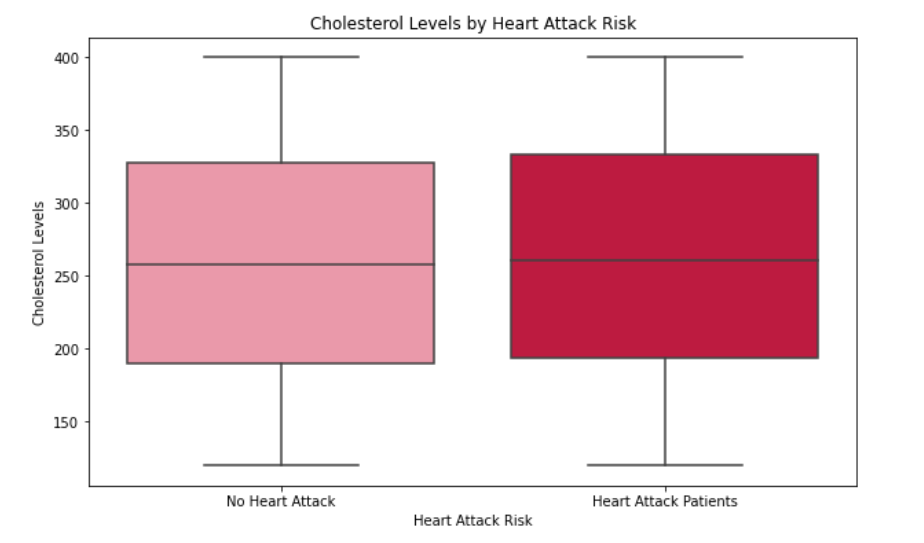
По представленным графикам заметим, что мужчины чаще подвержены риску возникновения инфаркта, чем женщины. Давайте исследуем биологические факторы для того, чтобы углубиться в детали, возможно узнаем почему мужчины чаще страдают от сердечных приступов.

### **2.1.5 Биометрические факторы**

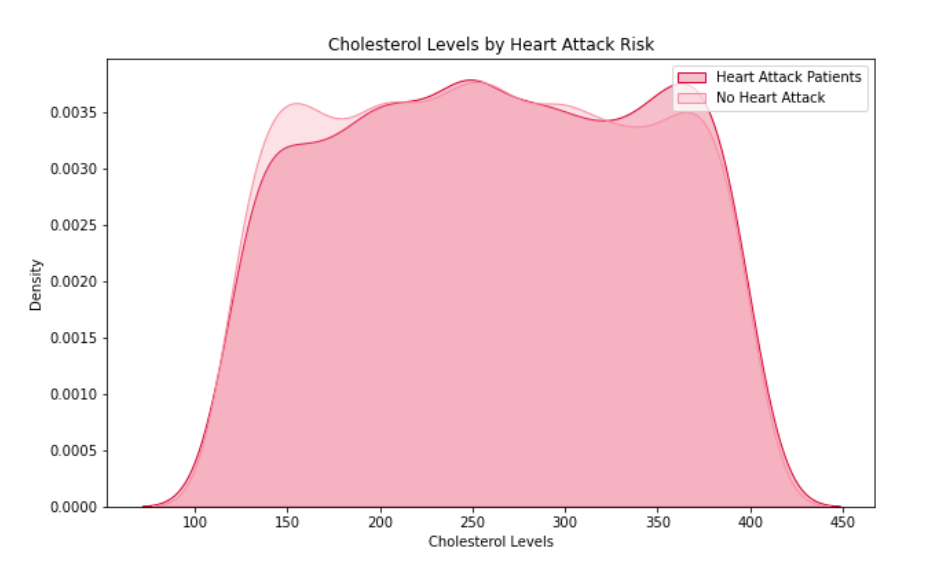
Исследование биометрических факторов является одним из самых важных моментов при прогнозировании сердечных приступов.

#### **2.1.5.1 Уровень холестерина**

Построим два “ящика с усами” зависимости уровня холестерина и сердечного приступа, а также график плотности распределения холестерина. Данные графики представлены на рисунках 2.8 и 2.9 соответственно.



**Рисунок 2.8 – График зависимости уровня холестерина и сердечного приступа.**

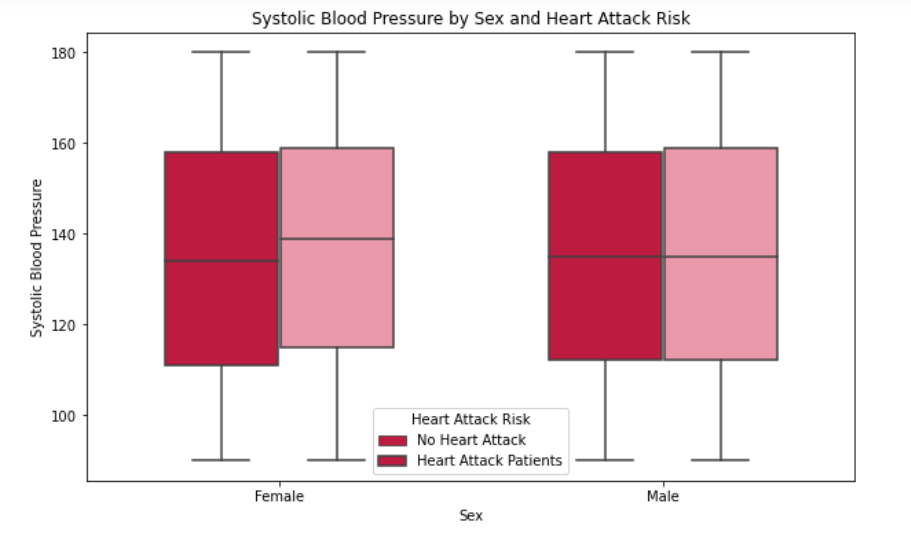
****

**Рисунок 2.9 – График плотности распределения холестерина.**

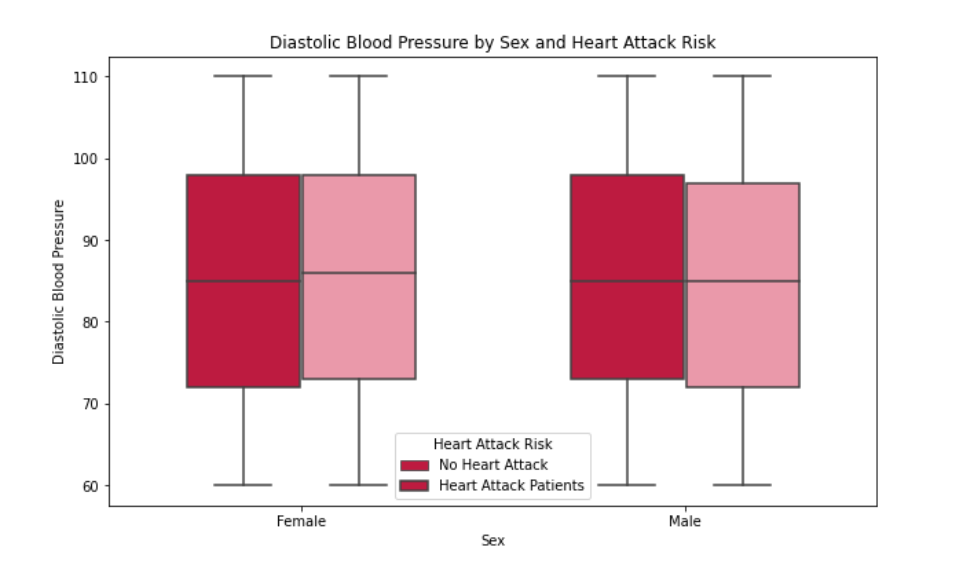
По “ящикам с усами” видно небольшое смещение правого “ящика” выше относительного левого, тем самым можно понять, что его значения чуть выше, что подтверждается на графике плотности, тем самым можно предположить, что чем выше уровень холестерина, тем выше риск возникновения инфаркта.

#### **2.1.5.2 Кровеносное давление**

Построим два графика для систолического давления и диастолического давления отдельно по два ящика с усами на каждый разделив их по принадлежности к полу на рисунках 2.10 и 2.11 соответственно.



**Рисунок 2.10 – Систолическое давление по полу.**



**Рисунок 2.11 – Диастолическое давление по полу.**

По графикам делаем вывод, что среди женщин чаще подвержены риску возникновения инфаркта те, у кого систолическое давление ниже, а среди мужчин больше подвержены риску сердечного приступа, чье диастолическое давление выше.