

УТВЕРЖАЮ  
Проректор  
д.м.н. докт.  
И.А. Сол  
«20» окт

И.А. Соловьева

Красноярск  
2021

## Практическое занятие №1

**Тема:** Общие понятия о статистических методах исследования в медицине (В интерактивной форме).

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

**Статистика** – наука, характеризующая количественную сторону качественно определенных массовых явлений в конкретных условиях места и времени. Медицинская статистика часто называется биометрия или биометрика.

**Случайная величина** – величина, которая при реализации определенных условий может принимать различные значения. Пример: число вызовов, поступающих на станцию скорой помощи в течение суток.

**Достоверное событие** – событие, которое при реализации определенных условий произойдет в любом случае. Пример: неизбежная смерть человека при приеме токсической дозы цианистого калия или падение любого предмета вниз под действием силы тяжести. Вероятность возникновения достоверного события равна 1.

Противоположностью по отношению к достоверному событию является событие невозможное.

**Невозможное событие** – событие, которое при реализации определенных условий произойти не может. Пример: падение брошенного под действием силы тяжести предмета на потолок, а не на пол, или регенерация утраченных конечностей. Невозможному событию приписывается вероятность, равная 0.

Этапы статистического исследования:

1. Планирование исследования;
2. Сбор материала;
3. Сводка и группировка данных;
4. Статистическое описание данных;
5. Проверка статистических гипотез;
6. Анализ и интерпретация статистических показателей;

**Планирование исследования** является одним из важнейших этапов научно-исследовательской работы. Проведение биомедицинских исследований как правило ограничивается экономическими, временными и трудовыми ресурсами. В связи с этим, исследование должно быть спланировано так, чтобы с использованием ограниченных ресурсов получить максимальное количество данных или достичь максимального результата. От того насколько тщательно и верно будет спланировано исследование зависит также и качество исследования, обоснованность выводов и соответственно ценность самого исследования.

**Планирование исследования** состоит из нескольких этапов:

1. определение *целей и задач исследования*,
2. составление *плана исследования*;
3. составление *программы исследования*,
4. составление *программы сбора материала*,
5. составление *программы разработки материала*.

**Цель исследования** обуславливается конечным результатом, на достижение которого направлено это исследование, то, ради чего оно проводится. Чаще всего целью большинства исследований в медицине является оценка влияния различных факторов на здоровье человека или

выявление взаимосвязи между какими-либо медицинскими показателями. Под фактором в данном случае подразумевается фармакологические препараты, средства профилактики, условия труда, быта, образ жизни, социально-демографические особенности и т.д.

Важно отметить то, что цель исследования **НЕ** является каким-либо действием, которое необходимо произвести исследователем чтобы достичь необходимого результата, а является самим результатом. В связи с этим при определении цели исследования, необходимо иметь ввиду, что она не может начинаться с глагола, а как правило начинается с существительного. Важно также отметить то, что каждое исследование может иметь только одну цель.

**Задачи исследования** отражают вопросы, которые необходимо последовательно решить, чтобы достигнуть определенную цель исследования. Количество задач определяется исследователем исходя из объема и цели исследования. В отличие от цели исследования задачи **являются** действиями, которые необходимо последовательно произвести исследователем чтобы достичь поставленной цели. В связи с этим задачи исследования всегда начинаются с глагола. Необходимо отметить, что цель одного исследования может явиться одной из задач более крупного исследования, естественно с учетом правильности их формулировки. Задача исследования также может явиться целью для более мелкого исследования. Представленные выше неверно сформулированные цели исследований, могут быть рассмотрены в качестве задач какого-либо более крупного исследования.

**План исследования** систематизирует организационные аспекты исследования. К таким аспектам относятся место проведения исследования, его сроки, финансирование, подготовка лиц, которые будут непосредственно регистрировать получаемые данные, подготовка анкет, опросников и т.д. В некоторых случаях для составления плана исследования необходимо проведение пилотного исследования.

**По времени** наблюдение может быть текущим или единовременным. **Текущее (непрерывное) наблюдение** предусматривает регистрацию данных по мере их возникновения за какой-либо длительный промежуток времени. Текущее наблюдение применяется при изучении быстро меняющихся явлений, зависящих от условий жизни, состояния медицинской помощи и т.д. Данные при этом виде наблюдения накапливаются во времени.

**Единовременное (прерывное) наблюдение** предусматривает регистрацию данных в один момент времени, или по состоянию на один момент времени, так называемый критический момент наблюдения. Применяется при изучении медленно меняющихся явлений, когда изучаемое явление не имеет тенденции к быстрому изменению. Таким образом, проводится сбор данных при переписях населения.

Для формирования **программы исследования** в первую очередь необходимо определить объект и единицу наблюдения, а также учетные признаки, которые будут регистрироваться в ходе исследования.



**Объект наблюдения** – совокупность предметов, явлений или лиц, которые будут подвергаться наблюдению или та совокупность, о которой должны быть собраны сведения. **Единица наблюдения** – единичный элемент объекта наблюдения. Суммарное число единиц наблюдения составляет совокупность представляющую объект наблюдения. Единицей наблюдения могут быть пациенты, здоровые люди, животные, отдельные учреждения и т.д.

**Учетными признаками** являются характеристики единиц наблюдения которые будут регистрироваться в ходе исследования. Примером учетных признаков могут явиться результаты каких-либо анализов (общий анализ крови, анализ мочи и т.д.) или наличие каких-либо заболеваний. Учетные признаки определяются исходя из целей, задач исследования и единицы наблюдения. **Виды учетных признаков** более подробно рассмотрены в следующем разделе.

Программа исследования включает в себя также **программу сбора материала**. Программа сбора материала включает в себя информацию о том, как будет собираться информация, какими средствами и в каком объеме.

**По способу набора данных** исследования можно разделить на проспективные и ретроспективные. **Проспективные исследования** – исследования, при которых данные накапливаются после того, как было решено провести исследование и распределение на группы производится до сбора данных. **Ретроспективные исследования** – исследования, при которых данные накапливаются до проведения исследования и распределение на группы производится после сбора данных (выкопировка данных из медицинской документации). Распределение на группы при ретроспективных исследованиях производится по определенному признаку, на который исследуемый не может повлиять.

В **программу сбора** обязательно включается перечень **учетных признаков** наблюдения, которые позволяют достаточно полно характеризовать каждую **единицу наблюдения** и факторы изучаемых явлений. Конкретное воплощение этого перечня — набор вопросов, содержащихся в формуляре статистического наблюдения. Таким формуляром может быть **анкета опроса, регистрационная карта наблюдения** и т. п. Правильно разработанный формуляр статистического наблюдения является ключом всего исследования.

В целом, по способу наблюдения программой сбора могут предусматриваться следующие варианты получения исходных данных: **непосредственное наблюдение (регистрация), выкопировка данных из отчетно-учетных документов, опрос (интервьюирование)** или **анкетирование**.

**Непосредственное наблюдение** предполагает непосредственную регистрацию учетных признаков у исследуемых единиц наблюдения, либо измерение учетных признаков с помощью технических средств (измерение жизненной емкости легких, форсированного выдоха, параметров кардиограмм, различных анализов и т.д.).

**Выкопировка данных** из отчетно-учетной документации предполагает использование в виде источника информации различных документов (история болезни, история развития ребенка, больничный лист, медицинские журналы и т.д.). Этот способ получения информации требует предварительной экспертной оценки наличия документации в полном объеме, правильности заполнения и полноты записей в документах.

**Опрос (интервьюирование)** обеспечивает получение информации со слов опрашиваемого (респондента) методом интервью (очно, по телефону, по Skype и т.д.). Регистрация такой информации производится на специальные опросные листы. Для качественного проведения опроса рекомендуется привлекать специалистов по разработке опросных листов.

**По охвату статистической совокупности** исследование может быть сплошное или не сплошное. Эта методическая особенность сбора данных определяет весь дальнейший ход и методику статистического анализа.

**При сплошном** статистическом исследовании группа наблюдения формируется путем полного охвата всех единиц изучаемого явления.

**Монографический метод** применяется для подробного описания объекта, имеющего какие-либо яркие особенности. Используется для описания типичных случаев заболевания или наоборот единичных случаях заболевания, типичных территорий.

**Метод основного массива** предусматривает обследование контингентов, которые могут быть сосредоточены на конкретном объекте. Собственно, **выборочное исследование** охватывает выборочную совокупность или просто выборку из генеральной совокупности. Такое исследование имеет ряд весьма существенных преимуществ перед сплошным наблюдением.

Выборочная совокупность – часть генеральной совокупности, отобранная специальным методом и предназначенная для характеристики генеральной совокупности. Выборочная совокупность должна быть репрезентативной, т. е. в отобранной части должны быть представлены все элементы и в том соотношении как в генеральной совокупности. Иными словами, выборочная совокупность должна отражать свойства генеральной совокупности, то есть правильно ее представлять.

Конечной целью изучения выборочной совокупности всегда является получение информации о генеральной совокупности. Для этого выборочное исследование должно удовлетворять определенным условиям. Одними из главных условий являются **случайность отбора** и **репрезентативность выборки**. В силу закона больших чисел выборка будет репрезентативной только в том случае, если ее осуществить случайно. Проводить отбор случайно, значит обеспечить выполнение условия, что каждый объект выборки отбирается случайно из генеральной совокупности.

Соблюдение условий, гарантирующих **случайность отбора** и максимальную близость выборочной и генеральной совокупностей, обеспечивается специальными способами отбора. В зависимости от способа формирования различают следующие выборки:

1. Выборки, не требующие разделения генеральной совокупности на части (собственно случайная повторная или бесповторная выборка).
2. Выборки, требующие разбиения генеральной совокупности на части (механическая, типическая или типологическая выборки, серийная, когортная, парно-сопряженная выборки).

**Собственно случайная выборка** формируется случайным отбором — наудачу. Для сохранения элемента случайности часто используются таблицы случайных чисел или генераторы случайных чисел. Для этого все элементы генеральной совокупности заранее нумеруются и согласно полученным случайным числам выбираются единицы наблюдения, которые будут входить в выборку. При широком распространении компьютеров необходимость в таблицах случайных чисел вытеснена использованием генераторов случайных чисел.

При составлении случайной выборки после того, как объект выбран, и все необходимые данные о нем зарегистрированы, можно поступать двояко: объект можно вернуть, или не вернуть в генеральную совокупность. В соответствии с этим выборку называют **повторной** (объект возвращается в генеральную совокупность) или **бесповторной** (объект не возвращается в генеральную совокупность). Поскольку в большинстве статистических исследований разница между повторной и бесповторной выборками практически отсутствует и априорно принимается условие, что выборка повторная.

**Механическая выборка** — выборка, когда из обследуемой совокупности единицы наблюдения отбираются механически.

**Типическая, типологическая или районированная выборка** предполагает разбивку генеральной совокупности на ряд качественно однородных групп.

**Серийный (гнездовой) отбор** — сочетание **типологического** и **случайного** или **механического отбора**, когда вся совокупность делится на примерно однородные серии (гнезда), затем случайно выбираются серии (гнезда) и в них исследуются все единицы наблюдения.

**Когортный отбор** относится к целенаправленным отборам, при этом способе из генеральной совокупности отбираются лица (распределение на подгруппы при этом является неслучайным), объединенные моментом появления какого-либо признака, или изучаемого воздействия играющего существенную роль в исследовании (год рождения, начало болезни, прием препарата и т. п.).

**Исследование по типу случай-контроль (СК)** — тип эпидемиологического исследования в котором распределение фактора риска сравнивается в группе пациентов с заболеванием и контрольной группе. Исследование (СК) относится к ретроспективным, поскольку исследователь, разделив пациентов на группы, по тому есть или нет у них заболевание, выясняет у них информацию из прошлого.



Выделяют *качественную (структурную)* и *репрезентативность количественную*. *Качественная репрезентативность* — обозначает структурное соответствие выборочной и генеральной совокупностей, то есть выборка должна обладать основными характерными чертами генеральной совокупности, быть типичной по отношению к ней. *Количественная репрезентативность* определяется числом наблюдений, гарантирующим получение статистически значимых результатов. В общем, здесь действует основной постулат закона больших чисел — «чем больше наблюдений — тем результаты достоверней» или «чем больше число наблюдений (объем выборки), тем больше значения характеристик выборки приближаются к соответствующим характеристикам генеральной совокупности». Определение необходимого объема выборки рассмотрено в третьем разделе. *Программа разработки материала* включает информацию о том, как будут обрабатываться собранные материалы: разделение на группы единиц наблюдения, перечень статистических величин для описания данных и перечень используемых статистических методов.

Как правило изучение какого-либо влияния или какой-либо взаимосвязи производится при разделении совокупности единиц наблюдения на несколько *групп (опытная и контрольная группы)*. Например, при изучении влияния экологических факторов на здоровье человека, формируется две группы: *опытная группа* — лица, которые подвергаются воздействию изучаемых факторов, а *контрольная* — лица, на которых влияние этих факторов не оказывается. При изучении влияния лекарственного препарата на исход заболевания *опытная группа* представляет собой пациентов, принимающих данный препарат, а *контрольная группа* — пациентов принимающих либо плацебо, либо другой препарат. Такое разделение совокупности *единиц наблюдения* позволяет сравнивая между собой учетные признаки в этих группа с помощью статистических методов делать выводы о влиянии факторов или лекарственных препаратов.

#### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. История развития статистики как науки
2. Способы и методы расчета необходимого объема выборки
3. Способы обеспечения репрезентативности выборочной совокупности
4. Сравнение способов обеспечения случайности отбора выборочной совокупности
5. Формирование плана исследования

#### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

#### **Дополнительная литература**



1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

#### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loc/>)
1. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatiscebm>)

## Практическое занятие №2

**Тема:** Виды медицинских данных. Распределение медицинских данных.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

Медицинские данные могут быть представлены в виде учетных признаков, абсолютных чисел и относительных показателей.

**Учетные признаки** можно разделить по роли в совокупности признаков и по типу. По роли в совокупности признаков различают:

1. **Факторные признаки** – признаки, влияющие на изучаемое явление (пол, возраст, место работы, вредные привычки и т.д.).
2. **Результативные признаки** – признаки, изменяющиеся под влиянием факторных признаков (диагноз, исход заболевания и т.д.).

**Количественные** – это признаки, значения которых имеют числовое выражение. Например: количество лейкоцитов в одном миллилитре крови, количество родившихся детей за год, возраст, скорость оседания эритроцитов, количество колоний выросших на питательной среде и т.д.

**Непрерывные учетные признаки** – данные, которые получают при измерении на непрерывной шкале, то есть теоритически они могут иметь дробную часть (но практически они могут не иметь дробную часть в связи с низкой точностью измерений). Примерами могут служить масса тела, рост, артериальное давление и т.д. Масса тела традиционно измеряется в килограммах, но если увеличить точность измерения теоритически можно получить массу тела в граммах или миллиграммах. То же самое можно осуществить с ростом и с артериальным давлением.

**Дискретные учетные признаки** – количественные данные, которые не могут иметь дробную часть, например, количество детей. Например, даже теоритически семья не может иметь дробное число детей. При значительном числе различных значений дискретного признака (превышающем 20) его можно приближенно считать непрерывным и использовать соответствующие способы описания распределения и методы анализа.

**Ранговые (порядковые)** – это признаки, которые можно сравнить, выстроить на одной числовой прямой в порядке возрастания или убывания. Но производить с ними математические действия нельзя. Выражаться они могут также числами (оценка состояния новорожденного по шкале Апгар от 0 до 10; степень дыхательной недостаточности от 0 до IV, стадии онкологического процесса), плюсами (количество оксалатов в моче +, ++, +++ или ++++; массивность роста микобактерий +, ++, +++ или ++++) или разделенными количественными признаками по группам, например, возрастные группы (от 20 до 29 лет, от 30 до 39 лет, от 40 до 49 лет и т.д.), группы с размером ноги (от 35 до 37, от 38 до 40, от 41 до 43 и т.д.).

**Качественные (описательные, атрибутивные, категориальные или номинальные)** – признаки, выражающие характеристики единицы наблюдения, которые нельзя представить ни в количественном ни в ранговом виде. Как правило качественные учетные признаки могут иметь заранее известные значения.

Особым типом данных являются **временные данные**. Поскольку в ряде случаев бывает необходимо произвести с ними некоторые арифметические действия (например, вычисление абсолютного периода времени между двумя событиями по датам этих событий).

**Абсолютные числа** характеризуют количественное выражение изучаемого явления. Абсолютные числа или величины имеют в статистике определенное значение. Абсолютными величинами выражаются, например, население городов, стран, редкие заболевания и редко встречающиеся явления.

**Относительные величины (показатели, статистические коэффициенты)** рассчитываются путем деления одной абсолютной величины на другую и умножения полученной дроби на какой-либо коэффициент (основание) – 100, 1000 и т.д. Соответственно этому относительные величины могут выражаться в процентах (%), промилле (‰) и т.д.

Среди относительных величин наибольшее практическое значение имеют: экстенсивные коэффициенты, интенсивные коэффициенты, показатели соотношения и показатели наглядности.

Экстенсивные показатели (показатели структуры, распределения, состава явления) характеризуют распределение целого на составные его части по их удельному весу. Эти показатели характеризуют распределение явления внутри одной совокупности. При этом вся совокупность (целое явление) принимается за 100%, а часть определяется как искомое. Вычисление экстенсивных показателей происходит по следующей формуле: Интенсивные показатели (частоты, распространенности) характеризуют частоту (уровень) явления в той среде, из которой это явление происходит. Интенсивные показатели определяют соотношение между изучаемым явлением и средой, его продуцирующей (то есть соотношение между двумя однородными совокупностями). Для вычисления показателя интенсивности нужно знать величину интересующего нас явления и величину той среды, в которой данное явление наблюдается.

Показатели, рассчитанные на все население (совокупность), называются общими.

Показатели, рассчитанные на отдельные группы, называются специальными.

Общие – характеризуют общую (усредненную) интенсивность явления, специальные – дают более детальную характеристику явлению.

Показатели соотношения (обеспеченности) характеризуют соотношение двух разнородных, не связанных между собой совокупностей, сопоставляемых только логически, по их содержанию. Они вычисляются также, как и интенсивные показатели, но их отличие от последних заключается в том, что интересующие нас явления не представляют собой продукт той среды, на которую производится расчет, то есть эти показатели определяют отношение между разнородными совокупностями. Применяются эти показатели для характеристики обеспеченности населения койками, врачами, местами в детских садах, лекарственными препаратами и т.д.

Показатели наглядности применяются для определения изменений, происшедших с тем или иным явлением в течение какого-либо периода времени, или для сравнения друг с другом аналогичных явлений на разных



территориях. Они показывают, во сколько раз (или на сколько процентов) произошло увеличение или уменьшение сравниваемых величин. Расчеты могут проводиться на абсолютных или относительных величинах. При этом, в зависимости от поставленной задачи, одна из величин принимается за 100%).

### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Возможности визуализации количественных данных
2. Способы представления ранговых данных
3. Визуальное представление категориальных данных
4. Особенности представления динамических изменений интенсивных показателей
5. Возможности визуализации динамического изменения экстенсивных показателей

### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

### **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
3. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
4. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
5. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
2. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)

### Практическое занятие №3

**Тема:** Описательные статистические методы.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

**Описание центра распределения**

Если представить имеющиеся данные на числовой прямой, то точечные меры центральной тенденции характеризуют точку на данной прямой, вокруг которой сконцентрирован основной объем имеющихся данных.

Если имеются количественные данные подчиняющиеся закону нормального распределения, то для описания используется параметрическая точечная мера центральной тенденции – выборочное среднее арифметическое.

В том случае, если количественные данные не подчиняются закону нормального распределения или имеются ранговые данные, использовать для описания выборки выборочное среднее арифметическое неправомерно. В таком случае используются непараметрические точечные меры центральной тенденции – медиана и мода.

Медианой является значение выборки, которое делит выстроенную по возрастанию выборку на две равные части.

Мода – наиболее часто встречающееся значение в выборке. Необходимо отметить, что медиана и мода, по сравнению с выборочным средним арифметическим, являются устойчивыми к существенно отличающимся значениям и являются так называемыми робастными параметрами или робастными статистиками. Робастность параметра – устойчивость параметра к наличию в выборке существенно отличающихся (выпадающих) значений.

Необходимо отметить, что медиану и моду можно использовать для описания данных как неподчиняющихся, так и подчиняющихся закону нормального распределения, а также для ранговых данных для исключения влияния выпадающих значений выборки. Выборочное среднее арифметическое можно использовать для описания только подчиняющихся закону нормального распределения данных.

Для точечного описания центральной тенденции выборки состоящей из категориальных данных применяется расчет доли вариантов значений.

Одним из свойств процентного описания категориальных данных является то, что сумма долей всех уникальных значений выборки равна 100%.

### **Описание разброса распределения**

Минимум выборки это минимальное значение выборки из всех ее значений. Максимум выборки это максимальное значение выборки из всех ее значений.

Перцентиль (процентиль) – значение выборки, которое разделяет выборку на две части, левая из которых содержит долю значений выборки, которой равен перцентиль.

Определение децилей и квартилей выборки происходит таким же образом, как и определение перцентилей. Децили — это кратные 10 перцентили. Так, 1 дециль это 10 перцентиль, 2 дециль – 20 перцентиль и т.д. Квартили — это кратные 25 перцентили. Так, 1 квартиль это 25 перцентиль, 2 квартиль – 50 перцентиль и т.д.

Перцентили, децили и квартили являются взаимоисключающими параметрами. Так, нулевые перцентиль, дециль и квартиль являются минимумом выборки; сотые перцентиль, дециль и квартиль – максимумом выборки; 50 перцентиль, 5 дециль и 2 квартиль – медиана выборки.

Необходимо отметить, что использование точечных оценок выборки возможно при описании количественных данных как подчиняющихся закону нормального распределения, так и неподчиняющихся данному закону, а также ранговых данных.

### **Меры рассеяния**

Точечная оценка центральной тенденции не дает полного представления об описываемых данных, помимо данных параметров используются меры рассеяния, которые описывают отличия значений выборки относительно центра выборки.

В качестве мер рассеяния количественных данных подчиняющихся закону нормального распределения используются дисперсия выборки, стандартное отклонение выборки, коэффициент вариации и размах выборки.

Размах выборки – разность максимального и минимального значений.

Очень важным свойством стандартного отклонения выборки является то, что если от среднего арифметического отнять стандартное отклонение и прибавить к нему стандартное отклонение, то между двумя полученными значениями будет содержаться примерно 68,3% всех значений выборки. Если отнять от среднего арифметического и прибавить к нему по две сигмы, то между двумя полученными значениями будет содержаться примерно 95,5% всех значений выборки, а если отнять от среднего арифметического и прибавить к нему по три сигмы – 99,7% значений.

Еще одним параметром, используемым при описании количественных медицинских данных подчиняющихся закону нормального распределения является ошибка среднего арифметического. Ошибка среднего арифметического не является мерой разброса выборки, а является мерой точности среднего арифметического. Чем меньше ошибка среднего арифметического, тем с большей уверенностью мы можем считать, что рассчитанное нами выборочное среднее арифметическое соответствует среднему арифметическому в генеральной совокупности.

Записывается ошибка среднего также, как и стандартное отклонение после среднего арифметического и знака  $\pm$ , например, как  $47,2 \pm 3,3$  года.

Одинаковая запись стандартного отклонения выборки и ошибки среднего арифметического очень часто вводит в заблуждение как читателя медицинской литературы, так и ее автора. В разделе научной публикации, в которой описывается статистическая обработка данных (как правило это раздел «материалы и методы») обязательно необходимо указать что именно указывает автор после знака  $\pm$ , стандартное отклонение выборки или ошибку среднего арифметического. Как правило авторы упускают данное описание, а при описании данных указывают ошибку среднего арифметического, так как



она, исходя из формулы расчета, всегда меньше чем стандартное отклонение, что, по мнению авторов, визуально повышает точность результатов их исследований и обоснованность выводов.

Необходимо помнить для чего указываются стандартное отклонение и ошибка среднего арифметического. Если автор хочет в двух числах представить исследуемую им выборку, то необходимо указывать среднее арифметическое и стандартное отклонение выборки. Если автор хочет охарактеризовать точность среднего арифметического, то необходимо указать среднее арифметическое и ошибку среднего арифметического. В обоих случаях необходимо недвусмысленно дать понять читателю какую из статистических характеристик приводит автор.

В качестве мер рассеяния количественных данных неподчиняющихся закону нормального распределения и ранговых данных используются размах выборки и межквартильный размах.

Межквартильный размах – разность между 3 и 1 квартилями. Обычно такие результаты записываются в виде медианы и значений первого и третьего квартилей в квадратных скобках, например, можно написать: медиана роста составила 175 [171; 178] см.

В качестве мер рассеяния категориальных данных используются дисперсия доли и стандартное отклонение доли.

Чаще всего при описании категориальных данных в качестве меры рассеяния используется стандартное отклонение доли. При описании категориальных данных сначала указывается доля признака, а затем через знак  $\pm$  его стандартное отклонение.

Необходимо отметить, что такие меры размаха выборки как стандартная ошибка среднего арифметического, стандартное отклонение выборки, и стандартное отклонение доли являются симметричными мерами относительно меры центральной тенденции, поэтому они, как правило, указываются после знака  $\pm$ . Межквартильный размах (интервал) является несимметричной мерой размаха и поэтому, как правило, указывается в виде нижней и верхней границы в квадратных скобках.

### **Интервальная оценка статистических параметров**

Для экстраполяции точечных мер центральной тенденции полученных при описании выборочных данных на генеральную совокупность используются интервальные меры центральной тенденции. К интервальным мерам центральной тенденции относятся доверительные интервалы среднего арифметического, медианы и доли.

Доверительный интервал – интервал значений выборки, в котором с заданной вероятностью находится оцениваемый статистический параметр.

Для того чтобы определить квантиль нормального распределения необходимо познакомиться с понятиями уровень значимости и доверительная вероятность.

Доверительная вероятность – степень уверенности в том, что полученные выборочные данные соответствуют данным в генеральной

совокупности, выражаемая в процентах. В медицинских исследованиях, как правило, применяется три значения доверительной вероятности – 95%, 99% и 99,9%. То есть, используя значение доверительной вероятности равное 95%, мы на 95% будем уверены, что рассчитываемые нами выборочные статистические показатели будут соответствовать данным показателям в генеральной совокупности.

Уровень значимости или значение-р – обратный доверительной вероятности показатель. При доверительной вероятности 95% уровень значимости равен 0,05, при доверительной вероятности 99% - 0,01, а при доверительной вероятности 99,9% - 0,001.

Для каждого уровня значимости квантиль нормального распределения будет иметь свое значение. Так, при уровне значимости 0,05 квантиль нормального распределения равен 1,96, при уровне значимости 0,01 – 2,58, а при уровне значимости 0,001 – 3,29. Это табличные значения, которые необходимо запомнить.

Для интервальной оценки медианы определяют нижнюю и верхнюю границы доверительного интервала отдельно. Порядковые номера значений выборки, которые являются нижней (L) и верхней (U) границами, определяют отдельно.

После того как найдены порядковые номера нижней и верхней границ доверительного интервала, необходимо определить их значения в выборке, для чего выборка сортируется и представляется в виде вариационного ряда от наименьшего значения к наибольшему. Тогда L-тое значение сформированного вариационного ряда будет являться нижней границей доверительного интервала, а U-тое – верхней границей.

Методов расчета доверительного интервала для доли более 20. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Чаще всего для расчета доверительного интервала для доли используется метод Вальда-Вольфовица.

### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Центральные моменты в описании центра распределения количественных данных.
2. Меры центральной тенденции для различных распределений медицинских данных.
3. Наиболее частые ошибки при описании центра распределения.
4. Центральные моменты в описании разброса количественных данных
5. Меры разброса данных для различных распределений медицинских данных
6. Наиболее частые ошибки при описании разброса данных
7. Различные способы расчета доверительных интервалов для показателей характеризующих нормально распределенные данные
8. Различные способы расчета доверительных интервалов для показателей характеризующих ненормально распределенные данные
9. Различные способы расчета доверительных интервалов для показателей характеризующих категориальные данные

## **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

## **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукоусев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

## **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
3. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)

### Практическое занятие №4

**Тема:** Оценка связи между медицинскими данными.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):



После описания медицинских данных возникает ситуация, когда необходимо оценить связь между наборами данных. Например, может возникнуть такая задача – оценить связь между дозировкой препарата и оказываемым эффектом или оценить связь между температурой тела и объемом выделяемой мочи.

Под понятием связь в статистике подразумевается статистическая зависимость или корреляционная связь, которые ничего общего не имеют с причинно-следственной связью. Существующие и изученные на сегодняшний день статистические методы не могут установить причинно-следственную связь между явлениями и процессами, а они лишь могут показать характер изменения одного параметра при изменении другого.

Корреляционная связь между медицинскими данными оценивается с помощью:

1. Коэффициента корреляции Пирсона;
2. Коэффициента корреляции Спирмена;
3. Коэффициента корреляции Кендалла;
4. Коэффициента ассоциации;
5. Коэффициента контингенции;
6. Коэффициента колигации;
7. Коэффициента взаимной сопряженности Пирсона;
8. Коэффициента взаимной сопряженности Чупрова.

### **Оценка связи между количественными данными подчиняющимися закону нормального распределения**

Для оценки связи между количественными данными подчиняющимися закону нормального распределения используется коэффициент корреляции Пирсона.

Коэффициент корреляции Пирсона измеряется от -1 до 1 включительно в зависимости от направления корреляционной связи. Если коэффициент корреляции Пирсона имеет положительное значение, то корреляционная связь прямая, то есть при увеличении одного параметра (x) второй параметр (y) также увеличивается, а при снижении первого параметра (x) второй (y) также снижается. В случае если коэффициент корреляции Пирсона имеет отрицательное значение, то корреляционная связь является обратной, то есть при увеличении одного параметра (x) второй параметр (y) снижается и наоборот, при снижении одного параметра (x) второй (y) увеличивается.

Степень корреляционной связи определяется по классификации корреляционных связей (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация степени корреляционной связи

| Связь | Значение коэффициента корреляции Пирсона |
|-------|------------------------------------------|
|-------|------------------------------------------|

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| Очень сильная или очень тесная | $0,9 < r < 1,0$  |
| Сильная или тесная             | $0,7 < r < 0,89$ |
| Средняя                        | $0,5 < r < 0,69$ |
| Умеренная                      | $0,30,49$        |
| Слабая                         | $0,2 < r < 0,29$ |
| Очень слабая                   | $0,0 < r < 0,19$ |

Основными недостатками коэффициента корреляции Пирсона являются:

- 1) неустойчивость к выбросам, то есть коэффициент корреляции Пирсона не является робастной оценкой,
- 2) возможность определить только линейные зависимости.

### **Оценка связи между количественными данными неподчиняющимися закону нормального распределения и ранговыми данными**

Для оценки связи между количественными данными неподчиняющимися закону нормального распределения и ранговыми данными используются коэффициент корреляции Спирмена (ранговый коэффициент корреляции Спирмена) и коэффициент корреляции Кендалла.

В том случае, когда для расчета коэффициента корреляции используются количественные данные подчиняющиеся закону нормального распределения, то можно использовать оба коэффициента корреляции, однако коэффициент корреляции Пирсона будет давать более точные результаты, так как при его расчете используется дополнительная информация о данных. Такой дополнительной информацией является различия между каждым элементом выборок. При ранжировании данных для расчета коэффициента корреляции Спирмена такая информация теряется и данный коэффициент дает менее точные результаты.

В том случае, когда для расчета коэффициентов корреляции используются количественные данные неподчиняющиеся закону нормального распределения или ранговые данные, однозначно используются коэффициенты корреляции Спирмена или Кендалла. Однозначного ответа какой из них выбрать для проведения расчетов на сегодняшний день нет. В российских исследованиях практически всегда в таких случаях используется

коэффициент корреляции Спирмена и практически не используется коэффициент корреляции Кендалла. В зарубежных исследованиях коэффициент корреляции Кендалла в таких случаях используется чаще, чем в российских. В таком случае коэффициент корреляции Пирсона использовать неправомерно.

В том случае, когда для расчета коэффициента корреляции используются количественные данные подчиняющиеся закону нормального распределения, как в примере №1, то можно использовать любой из коэффициентов корреляции, однако коэффициент корреляции Пирсона будет давать более точные результаты, так как при его расчете используется дополнительная информация о данных. Такой дополнительной информацией является различия между каждым элементом выборок. При ранжировании данных для расчета коэффициента корреляции Спирмена и Кендалла такая информация теряется и данные коэффициент дают менее точные результаты.

### **Оценка связи между категориальными данными в таблицах сопряженности 2×2**

Для оценки связи между категориальными данными используются такие показатели как коэффициент ассоциации, коэффициент контингенции, коэффициент колигации, коэффициент взаимной сопряженности Пирсона и коэффициент взаимной сопряженности Чупрова.

Для расчета данных коэффициентов для начала необходимо из исходных данных сформировать таблицу сопряженности. Таблица сопряженности – сводная таблица, содержащая данные о частоте встречаемости двух признаков.

Таблицей сопряженности является таблица у которой строки будут обозначены уникальными значениями одного из признаков исследуемых лиц (пол исследуемых), а столбцы будут обозначены уникальными значениями второго признака исследуемых лиц (наличие заболевания N). Ячейки таблицы, находящиеся на пересечении строк и столбцов должны содержать информацию о количестве исследуемых лиц, имеющих оба признака, которыми обозначены строка и столбец, одновременно.

Связь считается достаточно значительной и подтвержденной, если  $K_{асс} > 0,5$ . Его существенный недостаток состоит в том, что если в одной из четырех клеток отсутствует частота (т.е. равна 0), коэффициент ассоциации всегда будет равен 1, и тем самым преувеличена мера действительной связи.

Связь считается достаточно значительной и подтвержденной, если  $K_{конт} > 0,3$ . Коэффициент контингенции всегда меньше коэффициента ассоциации.

Связь считается достаточно значительной и подтвержденной, если  $K_{кол} > 0,4$ . Коэффициент колигации всегда меньше коэффициента ассоциации и больше коэффициента контингенции.

### **Оценка связи между категориальными данными в таблицах сопряженности R×C**

Для оценки связи между категориальными данными на таблицах сопряженности имеющих более двух строк и/или более двух столбцов используются коэффициент взаимной сопряженности Пирсона и коэффициент взаимной сопряженности Чупрова.

При значении коэффициентов взаимной сопряженности Пирсона и Чупрова более 0,3 можно свидетельствовать о наличии связи между признаками.

Статистическая значимость данных коэффициентов также рассчитывается с использованием критерия  $\chi^2$ .

#### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Интервальная оценка коэффициентов корреляции
2. Методы оценки причинно-следственных связей
3. Различия между статистической и причинно-следственной связями

#### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.

#### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)



### Практическое занятие №5

**Тема:** Оценка различий между количественными медицинскими данными.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы (хронокарта практического занятия)**

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

Для оценки различий между количественными данными используется большое число статистических критериев. Для выбора, подходящего под конкретную задачу статистического критерия необходимо ответить на два вопроса. Во-первых, необходимо определить количество выборок, между которыми будет оцениваться различие. Важно определить две это выборки или более. От этого зависит правильный выбор статистического критерия. Во-вторых, необходимо определить связанные сравниваемые выборки или нет. Связанные выборки – выборки, полученные на одном и том же исследуемом материале. Например, первая выборка – уровень систолического артериального давления у исследуемых пациентов до введения препарата, вторая выборка - уровень систолического артериального давления у исследуемых пациентов после введения препарата. В данном случае данные получаются у одних и тех же пациентов до медицинского воздействия и после. Естественно, объем обеих выборок будет одинаковым. Несвязанные выборки – выборки, полученные на разных исследуемых материалах. Например, первая выборка – число лейкоцитов у здоровых лиц, вторая выборка – число лейкоцитов у больных заболеванием N. В данном случае данные получаются у совершенно двух разных групп лиц: здоровых и больных заболеванием N. В несвязанных выборках их объем может быть, как одинаковым, так и разным.

После определения числа сравниваемых выборок и их связанности необходимо определить подходящий статистический критерий для оценки различий между выборками.

В случае, когда необходимо оценить различия между двумя несвязанными выборками данные которых подчиняются закону нормального распределения используется критерий Стьюдента для несвязанных выборок.

В случае, когда необходимо оценить различия между двумя связанными выборками данные которых подчиняются закону нормального распределения используется критерий Стьюдента для связанных выборок.

В случае, когда необходимо оценить различия между тремя и более несвязанными выборками данные которых подчиняются закону нормального распределения используется дисперсионный анализ.

Дисперсионный анализ – многоэтапный процесс оценки различий между тремя и более группами. Для поэтапного использования дисперсионного анализа для сравнения нескольких выборок необходимо:

1. Рассчитать общую сумму квадратов отклонений ( $SS_{\text{общ.}}$ );
2. Рассчитать факторную сумму квадратов отклонений ( $SS_{\text{факт.}}$ );
3. Рассчитать случайную сумму квадратов отклонений ( $SS_{\text{случ.}}$ );
4. Рассчитать число степеней свободы для общей суммы квадратов отклонений ( $k_{\text{общ.}}$ );
5. Рассчитать число степеней свободы для факторной суммы квадратов отклонений ( $k_{\text{факт.}}$ );
6. Рассчитать число степеней свободы для случайной суммы квадратов отклонений ( $k_{\text{случ.}}$ );

7. Рассчитать факторную дисперсию ( $MS_{\text{факт.}}$ );
8. Рассчитать случайную дисперсию ( $MS_{\text{случ.}}$ );
9. Рассчитать значение критерия Фишера ( $F$ ).
10. Сравнить расчетное значение критерия Фишера с критическими значениями данного критерия.

Необходимо отметить, что дисперсионный анализ может ответить на вопрос отличаются ли несколько выборок друг от друга, но не отвечает на вопрос какие именно выборки от каких отличаются.

В случае, когда необходимо оценить различия между тремя и более связанными выборками данные которых подчиняются закону нормального распределения используется дисперсионный анализ для связанных выборок.

Дисперсионный анализ для связанных выборок – многоэтапный процесс оценки различий между тремя и более связанными группами. Для поэтапного использования дисперсионного анализа для связанных выборок для сравнения нескольких связанных выборок необходимо:

1. Рассчитать общую сумму квадратов отклонений ( $SS_{\text{общ.}}$ );
2. Рассчитать факторную сумму квадратов отклонений ( $SS_{\text{факт.}}$ );
3. Рассчитать сумму квадратов отклонений, обусловленную индивидуальными значениями испытуемых ( $SS_{\text{исп.}}$ );
4. Рассчитать случайную сумму квадратов отклонений ( $SS_{\text{случ.}}$ );
5. Рассчитать число степеней свободы для общей суммы квадратов отклонений ( $k_{\text{общ.}}$ );
6. Рассчитать число степеней свободы для факторной суммы квадратов отклонений ( $k_{\text{факт.}}$ );
7. Рассчитать число степеней свободы для суммы квадратов отклонений, обусловленных индивидуальными значениями испытуемых ( $k_{\text{исп.}}$ );
8. Рассчитать число степеней свободы для случайной суммы квадратов отклонений ( $k_{\text{случ.}}$ );
9. Рассчитать факторную дисперсию ( $MS_{\text{факт.}}$ );
10. Рассчитать случайную дисперсию ( $MS_{\text{случ.}}$ );
11. Рассчитать дисперсию испытуемых ( $MS_{\text{исп.}}$ );
12. Рассчитать факторное значение критерия Фишера ( $F_{\text{факт.}}$ ).
13. Рассчитать значение критерия Фишера ( $F_{\text{исп.}}$ ) для дисперсии испытуемых.
14. Сравнить расчетные значения критерия Фишера между собой и с критическими значениями данного критерия.

### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Поправка Бонферони и ее использование при множественных сравнениях
2. Проблема множественных сравнений и ее решение
3. Неклассические методы оценки различий между количественными данными

## **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

## **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

## **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)



### Практическое занятие №6

**Тема:** Оценка различий между ранговыми и категориальными медицинскими данными.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы (хронокарта практического занятия)**

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

### **Оценка различий между ранговыми данными**

В случае, когда необходимо оценить различия между двумя несвязанными выборками данные которых не подчиняются закону нормального распределения или являются ранговыми данными используется критерий Манна-Уитни.

Для определения значения критерия Манна-Уитни необходимо следовать следующему алгоритму:

1. Составить единый ранжированный ряд из обеих выборок;
2. Расставить элементы выборок по степени нарастания значений и приписать меньшему значению меньший ранг;
3. Модифицировать ранги единого ранжированного ряда;
4. Разделить единый ранжированный ряд на два, состоящие соответственно из единиц первой и второй выборки;
5. Подсчитать отдельно сумму рангов первой и второй выборки;
6. Определить большую из двух ранговых сумм ( $T_x$ ), соответствующую выборке с  $n_x$  элементами;
7. Определить значение U-критерия Манна — Уитни;
8. Сравнить полученное значение критерия Манна-Уитни с табличным критическим значением данного критерия.

В случае, когда необходимо оценить различия между двумя связанными выборками данные которых не подчиняются закону нормального распределения или являются ранговыми данными используется критерий Вилкоксона.

Для определения значения критерия Вилкоксона необходимо следовать следующему алгоритму:

1. Рассчитать разницу между значениями двух связанных выборок;
2. Ранжировать ряд разностей между значениями двух связанных выборок без учета знака;
3. Ранжировать и модифицировать ранги разностей между значениями двух связанных выборок без учета знака;
4. Присвоить каждому модифицированному рангу знак соответствующий знаку разности между значениями двух связанных выборок;
5. Посчитать сумму модифицированных рангов с учетом знака;
6. Сравнить полученное значение критерия Вилкоксона с табличным критическим значением данного критерия.

В случае, когда необходимо оценить различия между тремя и более несвязанными выборками данные которых не подчиняются закону нормального распределения или являются ранговыми данными используется критерий Крускала-Уоллиса.

Для определения значения критерия Крускала-Уоллиса необходимо следовать следующему алгоритму:

1. Составить единый ранжированный ряд из всех выборок;
2. Расставить элементы выборок по степени нарастания значений и приписать меньшему значению меньший ранг;
3. Модифицировать ранги единого ранжированного ряда;

4. Разделить единый ранжированный ряд на выборки, состоящие соответственно из единиц первой, второй и т.д. выборок;
5. Подсчитать отдельно средний ранг выборок;
6. Определить значение Н-критерия Крускала-Уоллиса;
7. Сравнить полученное значение критерия Крускала-Уоллиса с табличным критическим значением критерия  $\chi^2$ .

Необходимо отметить, что критерий Крускала-Уоллиса может ответить на вопрос отличаются ли несколько выборок друг от друга, но не отвечает на вопрос какие именно выборки от каких отличаются.

В случае, когда необходимо оценить различия между тремя и более связанными выборками данные которых не подчиняются закону нормального распределения или являются ранговыми данными используется критерий Фридмана.

Необходимо отметить, что критерий Фридмана может ответить только на вопрос отличаются ли несколько выборок друг от друга, но также как критерий Крускала-Уоллиса не отвечает на вопрос какие именно выборки от каких отличаются.

### **Оценка различий между категориальными данными**

Оценка различий между категориальными данными производится с использованием квадратных и прямоугольных таблиц сопряженности. Наиболее часто используемым способом оценки различий между категориальными данными является критерий  $\chi^2$ .

Однако, критерий  $\chi^2$  имеет существенное ограничение – в каждой ячейке значения должны быть более 5, а по мнению некоторых авторов более 10. Если в какой-либо ячейке таблицы сопряженности имеются значения меньше 5 или 10 (какое значение выбрать исследователь решает сам), то возможно два выхода:

1. Если имеется таблица сопряженности больше чем  $2 \times 2$ , то можно объединить два столбца или две строки для того чтобы значения в ячейке стали больше 5 или 10.
2. Если имеется квадратная таблица сопряженности  $2 \times 2$  и объединять столбцы и строки возможности уже нет, то можно воспользоваться точным критерием Фишера.

Примечательность точного критерия Фишера в том, что при его расчете исследователь сразу получает точное значение уровня значимости (p), что не требует сравнения полученного значения с табличными критическими значениями для определения уровня значимости.

Необходимо отметить, что вычисления точного критерия Фишера по таблицам сопряженности с суммой значений всех ячеек больше 9 вызывает трудности для обычного 8-разрядного калькулятора. Такие вычисления возможно производить с помощью электронных таблиц Excel.

Также существуют частные случаи анализа таблиц сопряженности. Например, для анализа влияния факторов риска или диагностической ценности методов диагностики.

Изучение влияния факторов риска на исход производится по таблицам сопряженности  $2 \times 2$ , где строки – группы исследуемых объектов (как правило людей или животных), первая из которых включает исследуемые объекты, на которых оказывалось влияние фактора риска, а вторая – объекты, на которые не оказывалось влияние фактора риска, и где столбцы – группы тех же исследуемых объектов, в первой из которых у объектов возник изучаемый исход (чаще заболевание или смерть), а во второй – объекты у которых исход не наступил.

Относительный риск – показатель, использующийся для оценки влияния факторов риска при проведении когортных исследований. Когортные исследования – проспективные исследования, когда сначала набирается две группы объектов: первая группа – объекты, подвергающиеся влиянию фактора риска, вторая – объекты, не подвергающиеся влиянию фактора риска. Далее обе группы наблюдаются и в конце срока исследования оценивается у скольких объектов из первой группы возник изучаемый исход и у скольких объектов из второй группы возник изучаемый исход.

Отношение шансов – показатель, использующийся для оценки влияния факторов риска при проведении исследований типа «случай-контроль». Исследования типа «случай-контроль» – ретроспективные исследования, когда набирается две группы объектов: первая группа – объекты с заранее известным наличием исхода, вторая – объекты с заранее известным отсутствием исхода. В данных группах без наблюдения оценивается сколько объектов из первой группы подвергалось воздействию фактора риска и сколько объектов из второй группы подвергалось воздействию фактора риска.

Если показатель относительного риска равен единице, то исследуемый фактор не увеличивает риск развития исхода. Если показатель относительного риска больше единицы, то исследуемый фактор увеличивает риск развития исхода в OR раз (если  $OR=2$ , то фактор повышает риск развития исхода в 2 раза). Если показатель относительного риска меньше единицы, то исследуемый фактор снижает риск развития исхода (является протективным фактором) в  $1/OR$  раз (если  $OR=0,45$ , то фактор снижает риск развития исхода в  $1/0,45=2,22$  раза).

Если показатель отношения шансов равен единице, то исследуемый фактор не увеличивает риск развития исхода. Если показатель отношения шансов больше единицы, то исследуемый фактор увеличивает риск развития исхода в ОШ раз (если  $ОШ=3,54$ , то фактор повышает риск развития исхода в 3,54 раза). Если показатель отношения шансов меньше единицы, то исследуемый фактор снижает риск развития исхода (является протективным фактором) в  $1/ОШ$  раз (если  $ОШ=0,54$ , то фактор снижает риск развития исхода в  $1/0,54=1,85$  раза).

Статистическая значимость показателя отношения шансов также определяется с помощью критерия  $\chi^2$  или точного критерия Фишера, в зависимости от возможностей их использования.



### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Поправка Бонферони и ее использование при множественных сравнениях ранговых данных
2. Проблема множественных сравнений ранговых признаков и ее решение
3. Неклассические методы оценки различий между ранговыми данными
4. Неклассические методы оценки различий между категориальными данными
5. Определение коэффициентов относительного риска и отношения шансов в таблицах сопряженности RxC
6. Неклассические показатели оценки влияния факторов на риск развития исхода

### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

### **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
4. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
5. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)

### Практическое занятие №7

**Тема:** Прогнозирование в медицинских исследованиях.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

Основная задача прогнозирования – предсказание на основе имеющихся данных какой-либо неизвестный результат или исход.

Процесс прогнозирования состоит из трех элементов:

1. Определение входных данных для прогностической модели;
2. Предобработка входных данных;
3. Работа прогностической модели;
4. Интерпретация результатов прогноза.

Модели, используемые для прогнозирования принципиально отличаются в зависимости от того, какой вид данных имеет переменная отклика. Так для прогнозирования явления или процесса, характеризуемого количественными данными, независимо от того непрерывные они или дискретные, и ранговыми данными осуществляется с помощью одних моделей, а для прогнозирования явления или процесса, характеризуемого качественными данными – с помощью других моделей. Прогнозирование ранговых данных также отличается от прогнозирования количественных данных, но данное отличие является не существенным.

Основные виды прогнозирования:

1. Непосредственно прогнозирование (регрессия);
2. Классификация;
3. Кластеризация.

Регрессия – прогнозирование неизвестного количественного или рангового показателя по заданным входным параметрам на основании модели.

Классификация – определение принадлежности набора входных данных к одному из заранее известных классов по заданным факторам на основании модели. Классификация очень часто также называется распознаванием образов по аналогии с классификацией изображений.

Кластеризация – определение принадлежности набора входных данных к одному из заранее неизвестных классов (кластеров) по заданным факторам на основании модели.

Линейная регрессия – модель характеризующая взаимосвязь непрерывной переменной, выражающей результат и набором объясняющих факторов. То есть метод линейной регрессии позволяет характеризовать влияние каких-либо заранее известных наборов признаков на количественный или ранговый признак.

Например, имеется выборка из 100 наблюдений. Каждое наблюдение это данные о росте и весе конкретных людей. То есть имеется данные роста и веса 100 человек – обучающая выборка. Для того чтобы не измерять у каждого человека вес, мы бы хотели на основе данных о росте прогнозировать вес человека. В таком случае  $x$  будет являться ростом человека,  $y$  – весом. На основе имеющихся 100 измерений с известными  $x$  и  $y$  производится подбор коэффициентов  $b$  и  $c$ . После такого обучения модели можно  $y$  каждого человека, не входящего в обучающую выборку, на основе

данных о росте прогнозировать вес. Естественно у каждого человека  $x$  будет меняться, а параметры  $b$  и  $c$  будут одинаковыми.

Достоинствами регрессионных моделей являются достаточная простота их создания и высокая степень верности прогнозов, осуществляемых с помощью данных моделей. К недостаткам можно отнести относительную сложность в описании функционирования самой модели и то, что конечному пользователю модели довольно сложно определить алгоритм принятия решения регрессионной моделью.

### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Современные программные средства для построения классификационных моделей
2. Современные программные средства для построения кластеризационных моделей
3. Неклассические методы прогнозирования

### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

### **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукоусев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

### **Электронные ресурсы**



1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины  
(<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете  
(<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто  
(<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)

## Практическое занятие №8

**Тема:** Нейронные сети и их использование в медицинских исследованиях. Групповая дискуссия. (В интерактивной форме).

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-1.2.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы (хронокарта практического занятия)**

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

**Обучающимся в малых группах необходимо обсудить перспективы использования нейронных сетей в медицинских исследованиях.**

Структурной единицей нейронной сети является нейрон, представляющий собой набор математических операций. Нейроны образуют слои, а слои в свою очередь составляют нейронную сеть. Как правило используется полносвязная многослойная нейронная сеть прямого распространения. В полносвязной многослойной нейронной сети прямого распространения каждый нейрон предыдущего слоя связан с помощью синапсов с каждым нейроном следующего слоя.

Работа нейрона заключается в проведение нескольких математических операций:

1. Сигналы с предыдущих нейронов передаются с помощью синапсов на нейроны следующего слоя.
2. Каждый синапс имеет свой вес, на который умножается сигнал, идущий по этому синапсу.
3. Сигналы со всех синапсов нейрона передаются на сумматор, где суммируются в один сигнал.
4. Сигнал с сумматора преобразуется с помощью одной из функций активации (сигмоидная функция, гиперболический тангенс, Softmax и т.д.).
5. После преобразования сигнал передается на следующий слой нейронной сети.

В структуре многослойной нейронной сети выделяют входной, скрытый и выходной слои. Входной слой – слой нейронов, на которые подаются известные значения входных данных. Скрытый слой – слой нейронов, участвующих в преобразовании сигналов от входных нейронов. Выходной слой – представлен выходными нейронами (в регрессионных нейронных сетях выходной нейрон как правило один), которые выдают прогнозируемое значение количественного или рангового параметра. От одного нейрона к другому сигнал передается с помощью синапсов.

Таким образом, нейронная сеть, получающая на входе некоторые известные данные, способна после прохода его по нейронам выдавать на выходе определенный ответ, который зависит от весовых коэффициентов всех синапсов и от самого сигнала.

Для того чтобы с помощью нейронной сети можно было прогнозировать неизвестные значения данную модель необходимо обучить. Для обучения нейронной сети, как и для обучения регрессионных моделей, необходима обучающая выборка, состоящая из примеров с заранее известным ответом.

Общая схема обучения нейросети.

1. Из обучающей выборки берется текущий пример (изначально, первый) и его входные параметры подаются на входные нейроны обучаемой нейросети.

Обычно каждый входной параметр примера подается на один соответствующий входной нейрон.

2. Нейросеть производит проведение входных сигналов по нейронам всех последующих слоев (прямое функционирование).
3. Измеряются сигналы, выданные теми нейронами, которые считаются выходными.
4. Производится интерпретация выданных сигналов, и вычисляется оценка, характеризующая различие между выданным сетью ответом и требуемым ответом, имеющимся в примере.
5. Если ответ нейронной сети равен результату из обучающей выборки с заранее известным ответом ничего не предпринимается. В противном случае вычисляются поправочные коэффициенты для каждого синапса, после чего производится подстройка синаптических весов (обратное функционирование). В коррекции весов синапсов и заключается обучение.
6. Осуществляется переход к следующему примеру задачника и вышеперечисленные операции повторяются.

Проход по всем примерам обучающей выборки с первого по последний считается одним циклом обучения.

Количество циклов обучения, также, как и время, требующееся для полного обучения, зависят от многих факторов – величины обучающей выборки, количества входных параметров, вида задачи, типа и параметров нейросети и даже от случайного расклада весов синапсов при инициализации сети.

После каждого цикла обучения производится тестирование нейронной сети на примерах с заранее известными результатами, не входящих в обучающую выборку. Если по результатам тестирования нейронная сеть дает приемлемую для исследователя точность прогноза, то такая модель может быть использована для прогнозирования уже неизвестных количественных параметров на основе известных входных данных.

Классификационная нейронная сеть также, как и регрессионная состоит из входного, скрытого и выходного слое. Выходной слой классификационной нейронной сети представлен несколькими выходными нейронами, которые выдают вероятность принадлежности набора данных к каждому классу. Каждый выходной нейрон отвечает за свой класс. На каком выходном нейроне будет наибольшая вероятность, к такому классу и относится входной набор данных.

Для того чтобы с помощью классификационной нейронной сети можно было определять принадлежность набора входных данных к одному из заранее известных классов данную модель необходимо обучить. Обучение производится по тем же принципам, что и обучение регрессионной нейронной сети, за исключением того, что полученное значение на выходных нейронах сопоставляется с одним из заранее известных классов.

### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Современные программные средства для построения нейронных сетей
2. Сверточные нейронные сети



### 3. Нейронные сети с глубоким обучением

#### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукоуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

#### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)

### Практическое занятие №9

**Тема:** Задача классификации и кластеризации.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, метод проблемного изложения, частично-поисковый, исследовательский.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): Изучение темы необходимо для ознакомления студентов с основными понятиями используемыми при статистическом анализе медицинских данных.

**Формируемые компетенции:** ПК-1.2.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия                           | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия                                   | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                                                            |
| 2   | Формулировка темы и целей                             | 10.00                    | Озвучивание преподавателем темы и ее актуальности, целей занятия                                             |
| 3   | Контроль исходного уровня знаний и умений             | 10.00                    | Тестирование, индивидуальный устный или письменный опрос, фронтальный опрос                                  |
| 4   | Раскрытие учебно-целевых вопросов по теме занятия     | 10.00                    | Изложение основных положений темы                                                                            |
| 5   | Самостоятельная работа обучающихся (текущий контроль) | 40.00                    | Выполнение практического задания                                                                             |
| 6   | Итоговый контроль знаний (письменно или устно)        | 10.00                    | Тесты по теме, ситуационные задачи                                                                           |
| 7   | Задание на дом (на следующее занятие)                 | 5.00                     | Учебно-методические разработки следующего занятия и методические разработки для внеаудиторной работы по теме |
|     | ВСЕГО                                                 | 90                       |                                                                                                              |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

Модели классификации:

### **1. Логистическая регрессия.**

Логистическая регрессия – модификация регрессионного анализа, используемая, когда результирующая переменная является бинарной - качественной. Метод логистической регрессии позволяет характеризовать влияние каких-либо заранее известных наборов признаков на категориальный бинарный признак, то есть признак имеющий только два возможных значения. Как правило в медицинских исследованиях используются такие бинарные признаки как исход (болен, здоров) или наличие осложнения (да, нет).

Результатом расчетов будет являться вероятность принадлежности набора данных к одному из классов. Так, например, если вероятность близка к 1, то вероятнее всего набор данных относится к одному классу, а если вероятность близка к 0, то вероятнее всего набор данных не относится к этому классу, а относится к другому классу.

Таким образом можно прогнозировать принадлежность набора данных к одному из двух известных классов.

### **2. Дерево классификации.**

Дерево классификации представляет собой набор логических правил, используя и двигаясь по которым можно классифицировать наборы входных данных в один из заранее известных классов. Результатом использования дерева классификации является классы с указанием вероятности принадлежности набора данных к этим классам. Класс, который имеет наибольшую вероятность и является прогнозируемым классом.

Метод деревьев классификации – один из автоматизированных методов многомерного анализа, входящих в технологию Data Mining, отличающийся наглядностью и удобством представления закономерностей.

Деревья классификации представляют собой древовидный граф – последовательные иерархические структуры, состоящие из узлов, которые содержат правила, то есть логические конструкции вида «если ... то...». Конечными или терминальными узлами дерева являются «листья» или «листовые узлы», соответствующие найденным решениям и объединяющие некоторое количество объектов выборки. Началом дерева считается самая верхняя решающая вершина, которую иногда называют «корнем» дерева или «корневым узлом». От «корня» дерева до его «листьев» дерево классификации состоит из узлов принятия решений, соединенных друг с другом ребрами – «ветками» дерева.

Структура дерева представляет собой «листья» и «ветки». На («ветках») дерева решения записаны атрибуты, от которых зависит прогнозируемая переменная, в «листьях» записаны значения прогнозируемой переменной, Чтобы классифицировать новый случай, надо спуститься по

дереву до «листа» и выдать соответствующее этому «листу» значение прогнозируемой переменной.

Преимущество «деревьев классификации» состоит в том, что они идеально приспособлены для графического представления результатов, и поэтому сделанные на их основе выводы гораздо легче интерпретировать, чем если бы они были представлены только в числовой форме, как регрессионные уравнения.

Дерево классификации, как и регрессионные уравнения, строится на основании обучающей выборки, содержащей информацию о значениях входных переменных и соответствующих значениях прогнозируемого показателя.

На сегодняшний день существует несколько различных алгоритмов построения деревьев решений. Наиболее известный алгоритм — это алгоритм C&RT (сокращение от Classification And Regression Tree – «Дерево Классификации и Регрессии») – алгоритм построения бинарных деревьев решений (в каждом узле происходит деление не более чем на две ветви). Основным отличием алгоритма C&RT является то, что с использованием данного алгоритма может производиться как построение дерева классификации, так и дерево регрессии.

В алгоритме C&RT каждый узел дерева решений имеет двух потомков. На каждом шаге построения дерева правило, формируемое в узле, делит заданное множество примеров (обучающую выборку) на две части – часть, в которой выполняется правило, и часть, в которой правило не выполняется.

Другим не менее известным алгоритмом построения деревьев решения является алгоритм C4.5 – алгоритм построения деревьев с неограниченным количеством ветвей в узлах разработанный Р. Куинленом. Этот алгоритм не умеет работать с непрерывными переменными, поэтому с помощью него строятся только деревья с количественными дискретными или качественными прогнозируемыми показателями, то есть только деревья классификации.

Еще одним из наиболее часто применяемых алгоритмов построения деревьев решения является алгоритм CHAID – наиболее гибкий, по сравнению с алгоритмом C4.5, алгоритм, позволяющий строить как деревья классификации, так и деревья регрессии с любым количеством ветвлений в узлах. Метод CHAID основан на проверке гипотезы о независимости двух переменных по критерию  $\chi^2$ .

Модели кластеризации:

#### **1. Метод k-средних.**

Метод k-средних – наиболее популярный метод кластеризации. Действие алгоритма таково, что он стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров.

Алгоритм разбивает множество элементов векторного пространства на заранее известное число кластеров k.



Основная идея заключается в том, что на каждой итерации перевычисляется центр для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике.

Алгоритм завершается, когда на какой-то итерации не происходит изменения центра кластеров.

Этапы кластеризации методом k-средних:

1. Произвольно (случайным образом) выбираются центры кластеров.
2. Ближайшие точки к центрам кластеров определяются в соответствующий кластер.
3. На основе значений точек, входящих в кластер определяется новый центр кластера.
4. Заново выполняется шаг 2 – происходит перераспределение точек по кластерам.

Циклическое выполнение шагов 2–4 происходит до тех пор, пока центры кластеров не меняют своего положения относительно центров на предыдущем шаге.

Недостатки метода k-средних:

1. Не гарантируется достижение глобального минимума суммарного квадратичного отклонения, а только одного из локальных минимумов.
2. Результат зависит от выбора исходных центров кластеров, их оптимальный выбор неизвестен.
3. Число кластеров надо знать заранее.

Существуют расширения метода k-средних, такие как k-средних++, которое направлено на оптимальный выбор начальных значений центров кластеров и метод k-медианных, которое направлено на использование не среднего расстояния от центра кластеров, а медианы.

## **2. Самоорганизующиеся карты Кохонена.**

Самоорганизующаяся карта Кохонена – нейронная сеть с обучением без учителя, выполняющая задачу визуализации и кластеризации. Идея сети предложена финским учёным Т. Кохоненом. Является методом проецирования многомерного пространства в пространство с более низкой размерностью (чаще всего, двумерное). Наиболее часто данный метод применяется для кластеризации данных.

Обучение без учителя – обучение без обучающей выборки с заранее известными выходами модели. Обучение без учителя производится сразу на данных с неизвестной принадлежностью к кластеру. Модель в таком случае сама определяет внутренние связи и зависимости.

В результате работы алгоритма получают следующие карты:

карта входов нейронов – визуализирует внутреннюю структуру входных данных путем подстройки весов нейронов карты. Обычно используется несколько карт входов, каждая из которых отображает один из них и раскрашивается в зависимости от веса нейрона. На одной из карт

определенным цветом обозначают область, в которую включаются приблизительно одинаковые входы для анализируемых примеров.

карта выходов нейронов — визуализирует модель взаимного расположения входных примеров. Очерченные области на карте представляют собой кластеры, состоящие из нейронов со схожими значениями выходов.

специальные карты — это карта кластеров, полученных в результате применения алгоритма самоорганизующейся карты Кохонена.

Преимущества модели:

1. Устойчивость к зашумленным данным;
2. Быстрое и неуправляемое обучение;
3. Возможность упрощения многомерных входных данных с помощью визуализации.

Недостатки модели:

1. Окончательный результат работы нейронных сетей зависит от начальных установок сети;
2. Число кластеров надо знать заранее;
3. Необходимо интерпретировать кластеры самому.

### **Примерная тематика НИРС по теме**

1. Современные программные средства для построения классификационных моделей
2. Современные программные средства для построения кластеризационных моделей
3. Неклассические методы прогнозирования

### **Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

### **Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.
3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.

5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

#### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)

## Практическое занятие №10

**Тема:** Зачетное занятие.

**Разновидность занятия:** комбинированное.

**Методы обучения:** репродуктивный.

**Значение темы** (актуальность изучаемой проблемы): осуществить контроль знаний, умений, проверить сформированность компетенций.

**Формируемые компетенции:** ПК-1.2, ПК-4.1.

**Место проведения и оснащение практического занятия:** Компьютерный класс №6 (4-60/1) – видеопроектор, доска магнитно-маркерная, комплект учебной мебели на посадочные места, локальный сетевой сервер, персональные компьютеры, экран.

**Структура содержания темы** (хронокарта практического занятия)

| п/п | Этапы практического занятия | Продолжительность (мин.) | Содержание этапа и оснащенность                                               |
|-----|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Организация занятия         | 5.00                     | Проверка посещаемости и внешнего вида обучающихся                             |
| 2   | Тестирование                | 30.00                    | Написание итогового теста                                                     |
| 3   | Практическое задание        | 25.00                    | Выполнение практического задания (проверка практических навыков) и его защита |
| 4   | Собеседование               | 30.00                    | Собеседование по вопросам к зачету                                            |
|     | ВСЕГО                       | 90                       |                                                                               |

**Аннотация** (краткое содержание темы):

Зачетное занятие. Написание итогового теста. Выполнение и защита итогового практического задания. Собеседование по вопросам к зачету.

**Примерная тематика НИРС по теме**

НИРС по теме занятия не предусмотрена.

**Основная литература**

1. Наркевич, А. Н. Статистические методы исследования в медицине и биологии : учеб. пособие / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов, К. В. Шадрин ; Красноярский медицинский университет. - Красноярск : КрасГМУ, 2018. - 109 с. - Текст : электронный.

**Дополнительная литература**

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA : учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 288 с. : ил. - Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; ред. К. В. Балдин. - 4-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2016. - 489 с. - Текст : электронный.



3. Информатика и медицинская статистика : учебное пособие / ред. Г. Н. Царик. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 304 с. - Текст : электронный.
4. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. - Москва : Юрайт, 2020. - 218 с. - Текст : электронный.
5. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 1. - 471 с. - Текст : электронный.
6. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине : учебное пособие для вузов : в 2 т. / В. А. Медик, М. С. Токмачев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - Т. 2. - 347 с. - Текст : электронный.
7. Основы статистического анализа в медицине : учебное пособие / ред. А. В. Решетников. - Москва : Медицинское информационное агентство, 2020. - 176 с. - Текст : электронный.

#### **Электронные ресурсы**

1. Межрегиональное общество специалистов доказательной медицины (<http://osdm.org>)
2. Доказательная медицина для всех ([http://medspecial.ru/for\\_doctors/](http://medspecial.ru/for_doctors/))
3. Центр доказательной медицины при Оксфордском университете (<http://www.cebm.net/category/ebm-resources/loe/>)
4. Центр доказательной медицины, г.Торонто (<http://ktclearinghouse.ca/cebm/intro/whatisebm>)