

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

З.Р. Датская

«4» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТМПИ

Е.Ю. Степанович

«4 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Планирование медико-биологического эксперимента»

| | |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Составитель(и) | Смирнов В.В., доцент, к.ф.-м.н, д.п.н., профессор кафедры ТМПИ; |
| Согласовано с работодателями: | Евдокимова Ю.Н., врач-рентгенолог высшей категории, клиника ЧУЗ «МСЧ»; |
| Направление подготовки / специальность | 13.03.04 БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ |
| Направленность (профиль) / специализация ОПОП | |
| Квалификация (степень) | бакалавр |
| Форма обучения | очная |
| Год приёма | 2024 |
| Курс | 3 (по очной форме) |
| Семестр(ы) | 6 (по очной форме) |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Планирование медико-биологического эксперимента» являются:

- изучение вопросов рационального планирования экспериментов и обработки результатов эксперимент;
- формирование у студентов базовых знаний по планированию и проведению численных экспериментов при решении прикладных задач;
- подготовка будущего бакалавра к научно-технической и организационно-методической деятельности, связанной с проведением экспериментальных исследований.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- приобретение знаний и навыков выполнения медико-биологических исследований;
- изучение критериев, методов и алгоритмов планирования измерений и обработки их результатов при решении различного рода медико-биологических задач;
- решение конкретных измерительных задач обработки экспериментальных данных и приобретение навыков их адекватной интерпретации;
- дать информацию об основных понятиях, факторах, влияющих на результаты эксперимента, методиках проведения экспериментов, дать рекомендации по их выбору, разработке и построению адекватных математических моделей;
- получение студентами практических навыков по планированию и осуществлению на практике активного эксперимента; освоение методики расчетов;
- изложить представления об основных проблемах научно-технического развития и совершенствования методов планирования экспериментальных исследований.
- выбор и составление плана эксперимента, организация эксперимента и проведение измерений отклика объекта исследований, анализ результатов исследований, включая построение математических моделей объекта исследований, определение оптимальных условий проведения эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Планирование медико-биологического эксперимента» являются» относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений*, и осваивается в 6 семестре.

Предмет "Планирование медико-биологического эксперимента" относится к области медицины и биологии и является важной составной частью исследовательской деятельности. Он направлен на разработку и оптимизацию экспериментальных процедур и подходов к проведению медико-биологических исследований.

Планирование медико-биологического эксперимента включает в себя следующие основные аспекты:

1. Определение целей и задач исследования. Важно четко сформулировать, что именно хотят исследователи изучить и какие вопросы они хотят ответить в рамках эксперимента.

2. Разработка и выбор методологии исследования. Здесь определяются методы сбора и анализа данных, инструменты и техники, которые будут использоваться для проведения эксперимента.

3. Определение выборки и размера выборки. Это важный этап, где исследователи определяют, сколько испытуемых или образцов следует включить в исследование, чтобы получить достоверные и репрезентативные результаты.

4. Разработка плана эксперимента. Здесь определяются условия проведения эксперимента, включая контрольные группы, продолжительность эксперимента, предполагаемые изменения переменных и другие детали.

5. Анализ и интерпретация результатов. После завершения эксперимента данные анализируются с использованием статистических методов и интерпретируются с целью получения выводов и извлечения практических выводов для медицины и биологии.

6. Оформление и документирование результатов. Полученные результаты эксперимента должны быть оформлены в научную публикацию или отчет, чтобы они были доступны для распространения и использования другими исследователями в области медицины и биологии.

Планирование медико-биологического эксперимента является важным этапом в проведении исследований в области медицины и биологии, так как оно позволяет установить цель и направление исследования, разработать оптимальные методы и приемы сбора данных, а также адекватно проанализировать и интерпретировать результаты. Это способствует повышению качества и достоверности исследований, а также их полезности и применимости в практике.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

– «Математика»; «Информационные технологии»; «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных»; «Спектральный анализ биомедицинских сигналов»; «Основы моделирования биологических процессов и систем».

Знания: закономерностей возникновения и развития биологических процессов и методов обработки данных;

Умения: объяснять и применять в практической деятельности сущность биологических процессов и явлений с позиции статистических закономерностей распределения данных;

Навыки: владение методиками оценки экспериментальных данных, в соответствии биоэтической экспертизой.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

– *Компьютерные технологии в биомедицинских исследованиях, Основы организации научных исследований, Системный анализ в медико-биологических исследованиях, Методы обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных, Управление в биотехнических системах*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

в) профессиональных (ПК):

ПК-1. Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий.

ПК-6. Способность к проектированию оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией изготовления медицинских изделий и биотехнических систем, их функциональных элементов, блоков и узлов.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

| Код компетенции | Код и наименование | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|-----------------|--------------------|--------------------------------------------------------|
|-----------------|--------------------|--------------------------------------------------------|

| | индикатора достижения компетенции ¹ | Знать (1) | Уметь (2) | Владеть (3) |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 | ПК-1.1 Способен к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий. | - требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов. | определять, корректировать и обосновывать техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий | поиском и анализом научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных. |
| ПК-6 | ПК-6.1 Способен к проектированию оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией изготовления медицинских изделий и биотехнических систем, их функциональных элементов, блоков и узлов. | технические задания и исходные данные для оформления конструкторской документации на проектирование оснастки и специального инструмента | разрабатывает габаритные чертежи специальной оснастки для изготовления медицинских изделий и биотехнических систем, их функциональных элементов, блоков и узлов, разрабатывает общий вид специальной оснастки для изготовления медицинских изделий и биотехнических систем, их функциональных элементов, блоков и узлов, разрабатывает методики сборки и юстировки медицинских изделий и | правилами оформления заявки на изготовление оснастки службами организации, оформляет договоры на изготовление оснастки в организациях контрагентах |

¹ Указываются в соответствии с утвержденными в ОПОП ВО

| Код компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции ¹ | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) | | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | | Знать (1) | Уметь (2) | Владеть (3) |
| | | | биотехнических систем, их функциональных элементов, блоков и узлов с помощью специальной оснастки | |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 5 зачетные единицы (180 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

| Вид учебной и внеучебной работы | для очной формы обучения |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Объем дисциплины в зачетных единицах | 5 |
| Объем дисциплины в академических часах | 180 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.): | 55,25 |
| - занятия лекционного типа, в том числе: | 18 |
| - практическая подготовка (если предусмотрена) | 0 |
| - занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе: | 36 |
| - практическая подготовка (если предусмотрена) | 2 |
| - в ходе подготовки и защиты курсовой работы | 0 |
| - консультация (предэкзаменационная) | 1 |
| - промежуточная аттестация по дисциплине | 0,25 |
| Самостоятельная работа обучающихся (час.) | 124,75 |
| Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы) | экзамен – 6 семестр |

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

| Раздел, тема дисциплины (модуля) | Контактная работа, час. | | | | | | | СР, час | Итого часов | Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------------|--------|-----------------|---------------|------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| | Л | | ПЗ | | ЛР | | КР / КП | | | |
| | Л | В т · ч · П П | ПЗ | в т. ч. П П | Л Р | в т.ч. ПП | | | | |
| Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований. | 4 | | 9 | | | | | 31 | 44 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов. | 4 | | 9 | | | | | 31 | 44 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 3. Полный факторный эксперимент. | 5 | | 9 | | | | | 31 | 45 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 4. Реализация плана эксперимента. | 5 | | 9 | | | | | 31, 75 | 45, 75 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Консультации | | | | | | | | | | |
| Контроль промежуточной аттестации | | | | | | | | | | Экзамен |
| ИТОГО за семестр: | 18 | | 36 | 2 | | | | | 124 ,75 | |

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

| Раздел, тема дисциплины (модуля) | Кол-во часов | Код компетенции | | Общее количество компетенций |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|------|------------------------------|
| | | ПК-1 | ПК-6 | |
| Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований. | 44 | + | + | 2 |
| Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов. | 44 | + | + | 2 |
| Тема 3. Полный факторный эксперимент. | 45 | + | + | 2 |
| Тема 4. Реализация плана эксперимента. | 45,75 | + | + | 2 |
| Итого | 180 | | | 2 |

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1 Введение, основные задачи курса, основные понятия.

Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований. Понятие планирования эксперимента, цели и задачи оптимизации. Основные определения и понятия. Виды параметров оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации. Понятие эффективности параметра оптимизации в статистическом и физическом смысле.

Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов. Виды факторов. Состав и количество факторов. Условие необходимости и достаточности при определении факторов. Зависимость числа опытов от числа факторов. Опасность пропуска значимого фактора. Принципы учета качественных факторов. Требования к факторам. Требования к совокупности факторов. Управляемость, однозначность, совместимость и отсутствие корреляции, точность фиксации факторов. Виды моделей. Функция отклика. Поверхность отклика. Назначение модели. Шаговый принцип. Свойства поверхности отклика. Принципы выбора модели. Способы описания моделей. Полиномиальные модели.

Раздел 2 Принятие решения перед планированием эксперимента.

Тема 3. Полный факторный эксперимент. Принципы выбора области эксперимента. Априорная информация – за и против. Выбор основного уровня. Определение интервалов варьирования. Точность фиксирования факторов. Полный факторный эксперимент. Принципы построения плана 2к. Свойства полного факторного эксперимента 2к. Математическая модель. Определение коэффициентов линейной модели.

Тема 4. Реализация плана эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Реализация плана эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсий. Рандомизация. Разбиение матрицы на блоки. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Интерпретация полученных результатов.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

При организации и проведении лекционных и практических занятий используются кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы, которые представлены ниже в таблице 5. При этом студенты глубже понимают учебный

материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

На лекциях и практических (семинарских) занятиях преподаватель совместно со студентами пытается решить искусственно созданную проблемную ситуацию реального производственного процесса путем выявления проблем и противоречий, которые диктуются условиями производства. При этом активно используется системный подход, предполагающий декомпозицию сложной проблемы на самостоятельные более простые блоки.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

2. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи проводятся занятия, в которых необходимо связать уже имеющиеся знания с излагаемым материалом.

3. Проектная работа

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются проектная работа, осуществляется работа с научно-технической документацией. Такие методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует

его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме. При проведении таких занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения.

4. Комплекс семинарских работ

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

Студентам выдается список тем практических/семинарских занятий. Каждый студент готовит отчет по РГР с элементами анализа литературных источников изучаемой проблемы.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это вид самоподготовки по проработке и применению изученного на лекциях материала дисциплины с целью овладения навыками проектно-конструкторской деятельности, умением проводить самостоятельно расчеты с использованием средств автоматизации, учитывать технические и эксплуатационные параметры отдельных деталей и конструкции в целом, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходиться к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. На самостоятельное изучение выносятся темы, указанные в таблице 4.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся для очной формы обучения

| Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение | Кол-во часов | Форма работы |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1 Введение, основные задачи курса, основные понятия. | | |
| <i>Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований.</i> | | Подготовка к практическим занятиям, решение практических и контрольных работ |
| <i>Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов.</i> | | Подготовка к практическим занятиям, решение практических и контрольных работ |
| Раздел 2 Принятие решения перед планированием эксперимента. | | |
| <i>Тема 3. Полный факторный эксперимент.</i> | | Подготовка к практическим занятиям, решение практических и контрольных работ |
| <i>Тема 4. Реализация плана эксперимента.</i> | | Подготовка к практическим занятиям, решение практических и контрольных работ |

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются письменные работы, в виде контрольных работ, тестирование, вопросы к зачету.

Программой не предусматривается выполнение курсовой работы, однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер доклада, реферата, проекта и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приведены требования к оформлению письменных работ любого вида.

Общие требования оформления доклада/проектной работы/контрольной работы

Указанные работы выполняются на листах писчей бумаги формата А-4 в MicrosoftWord; объем: 5-15 страниц текста для отчета. Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

- левое – 25 мм;
- правое – 10 мм;
- нижнее – 20 мм;
- верхнее – 20 мм.

Оформление таблиц:

1. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

2. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

3. Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

4. На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Оформление иллюстраций:

1. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

2. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

3. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

4. Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

5. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

6. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

7. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

8. Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

9. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Приложения:

1. Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

2. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

3. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

4. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

5. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

6. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

7. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

8. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

9. Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

10. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

| Раздел, тема дисциплины (модуля) | Форма учебного занятия | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | Лекция | Практическое занятие, семинар | Лабораторная работа |
| Раздел 1 Введение, основные задачи курса, основные понятия. | | | |
| <i>Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований.</i> | <i>Обзорная лекция</i> | <i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i> | <i>Не предусмотрено</i> |
| <i>Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов.</i> | <i>Лекция-диалог</i> | <i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i> | <i>Не предусмотрено</i> |
| Раздел 2 Принятие решения перед планированием эксперимента. | | | |

| | | | |
|-----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <i>Тема 3. Полный факторный эксперимент.</i> | <i>Обзорная лекция</i> | <i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i> | <i>Не предусмотрено</i> |
| <i>Тема 4. Реализация плана эксперимента.</i> | <i>Лекция-диалог</i> | <i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i> | <i>Не предусмотрено</i> |

Учебные занятия по дисциплине (модулю) могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др. Организация взаимодействия обучающихся и преподавателя возможна как синхронная, так и (или) асинхронная.

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Электротехника и электроника» используется система управления обучением на платформе Moodle, созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2012 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания, кейс-задачи. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя smirnov.v.aspu@mail.ru.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

| Наименование программного обеспечения | Назначение |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Adobe Reader | Программа для просмотра электронных документов |
| Платформа дистанционного обучения LMS Moodle | Виртуальная обучающая среда |
| Mozilla FireFox | Браузер |
| Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013 | Пакет офисных программ |
| 7-zip | Архиватор |
| Microsoft Windows 10 Professional | Операционная система |

| Наименование программного обеспечения | Назначение |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Kaspersky Endpoint Security | Средство антивирусной защиты |
| VLC Player | Медиапроигрыватель |
| WinDjView | Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu |
| MATLAB R2014a | Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений |

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| <i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU</u> |
| Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com |
| Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/ |
| Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/ |
| Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru |
| Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru |

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «*Планирование медико-биологического эксперимента*» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

| Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля) | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| | | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований. | ПК1 ПК6 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов. | ПК1 ПК6 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 3. Полный факторный эксперимент. | ПК1 ПК6 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |
| Тема 4. Реализация плана эксперимента. | ПК1 ПК6 | Вопросы для собеседования, практические задания, контрольные работы |

[Примечание: данная таблица заполняется в соответствии с таблицей 3]

[Виды оценочных средств: деловая игра, ролевая игра, кейс-задача, коллоквиум, собеседование, контрольная работа, круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты, портфолио, практическое задание, рабочая тетрадь, разноуровневые задачи и задания (репродуктивного, реконструктивного или творческого уровней), расчётно-графическая работа, реферат, доклад, сообщение, творческое задание, проект, тест, тренажёр, эссе и др.]

Рекомендуемые типы контроля для оценивания результатов обучения:

*– для оценивания результатов обучения в виде **знаний** могут использоваться: тестирование, индивидуальное собеседование, устные / письменные ответы на вопросы и др.;*

*– для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** могут использоваться практические задания, включающие одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить, и др.*

Практические задания по сложности разделяются на простые и комплексные. Простые практические задания предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием и несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания могут применяться для оценки умений. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развёрнутого ответа, в том числе задания на индивидуальное или

коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ. Комплексные практические задания могут применяться для оценки владений]

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 «отлично» | демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры |
| 4 «хорошо» | демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя |
| 3 «удовлетворительно» | демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов |
| 2 «неудовлетворительно» | демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры |

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 «отлично» | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы |
| 4 «хорошо» | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя |
| 3 «удовлетворительно» | демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов |
| 2 «неудовлетворительно» | не способен правильно выполнить задания |

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Раздел 1. Введение, основные задачи курса, основные понятия.

Тема 1. Общие принципы проведения экспериментальных исследований.

1. Что такое планирование эксперимента и какова его основная цель?
2. Какие задачи решаются с помощью планирования эксперимента в медико-биологических исследованиях?

3. Определите понятие "параметр оптимизации" и приведите примеры параметров оптимизации в медицинской технике.
4. Какие требования предъявляются к параметру оптимизации?
5. В чем заключается понятие эффективности параметра оптимизации в статистическом смысле?
6. В чем заключается понятие эффективности параметра оптимизации в физическом смысле?
7. Чем цели и задачи оптимизации отличаются от целей и задач обычного эксперимента?
8. Почему важна оптимизация параметров в проектировании медицинских изделий?
9. Как связаны планирование эксперимента и повышение качества медицинских изделий?
10. Каковы основные этапы планирования эксперимента?
11. Что такое "систематическая ошибка" и как ее избежать при планировании эксперимента?
12. Какое влияние оказывает неправильное планирование эксперимента на достоверность результатов?
13. Что такое "статистическая мощность" эксперимента?
14. Как выбрать подходящий параметр оптимизации для улучшения характеристик ультразвукового сканера?
15. Какие виды экспериментальных исследований наиболее часто используются в разработке биотехнических систем?

Практические задания

1. **Определение параметров оптимизации:** Предложите не менее трех параметров оптимизации для улучшения характеристик ультразвукового датчика, используемого в диагностическом оборудовании. Обоснуйте свой выбор и укажите требования, предъявляемые к каждому параметру.
2. **Оценка эффективности:** Сравните эффективность двух различных методов стерилизации медицинского инструмента (например, автоклавирование и химическая стерилизация) с точки зрения времени стерилизации, стоимости, и повреждения инструмента. Предложите способ количественной оценки эффективности каждого метода.
3. **Планирование эксперимента для технических требований:** Необходимо разработать технические требования к новому аппарату искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Используя принципы планирования эксперимента, предложите стратегию для определения оптимальных параметров аппарата (например, давление, частота дыхания, соотношение вдох/выдох) для различных категорий пациентов.
4. **Анализ опубликованного исследования:** Выберите научную статью, описывающую экспериментальное исследование в области медицинской техники. Проанализируйте, какие параметры оптимизации использовались в данном исследовании и насколько эффективно было проведено планирование эксперимента.
5. **Кейс-стади:** Выбор параметра оптимизации. Компания разрабатывает новую модель электрокардиографа (ЭКГ). Перед вами стоит задача выбрать параметр оптимизации, который максимально повлияет на диагностическую ценность прибора. Обоснуйте свой выбор, учитывая клинические потребности и технические возможности.

Тема 2. Методы оптимизации, ранжирование факторов.

1. Какие виды факторов существуют в планировании эксперимента?
2. В чем заключается условие необходимости при определении факторов?
3. В чем заключается условие достаточности при определении факторов?
4. Как зависимость числа опытов от числа факторов влияет на выбор плана эксперимента?
5. Какова опасность пропуска значимого фактора при планировании эксперимента?

6. Какие принципы учета качественных факторов существуют? Приведите пример качественного фактора в исследовании эффективности нового лекарственного препарата.
7. Какие требования предъявляются к факторам при планировании эксперимента?
8. Какие требования предъявляются к совокупности факторов?
9. Что такое управляемость фактора и почему это важно?
10. Что такое однозначность фактора и почему это важно?
11. Что такое совместимость факторов и почему это важно?
12. Что такое отсутствие корреляции между факторами и почему это важно?
13. Почему важна точность фиксации факторов?
14. Что такое функция отклика и поверхность отклика?
15. Какие типы моделей используются для описания функции отклика? Чем отличаются полиномиальные модели?

Практические задания

1. Ранжирование факторов: Определите наиболее значимые факторы, влияющие на срок службы литиевой батареи, используемой в имплантируемом кардиостимуляторе. Оцените управляемость, однозначность, совместимость и отсутствие корреляции между выбранными факторами.

2. Учет качественных факторов: Необходимо оптимизировать процесс производства биосовместимого покрытия для протезов. Перечислите качественные и количественные факторы, которые могут влиять на адгезию покрытия к поверхности протеза. Предложите способ учета качественных факторов в эксперименте.

3. Построение модели: Опишите функцию отклика для процесса 3D-печати медицинских имплантатов. Предложите вид математической модели (полиномиальная или другая), которая наилучшим образом опишет зависимость качества имплантата от выбранных факторов. Обоснуйте свой выбор.

4. Анализ существующей модели: Предоставлена полиномиальная модель, описывающая зависимость эффективности работы нового датчика глюкозы от температуры и влажности. Проанализируйте свойства поверхности отклика и предложите стратегию поиска оптимальных условий работы датчика.

5. Кейс-стади: Опасность пропуска фактора. В процессе разработки новой системы для проведения гемодиализа, исследовательская группа решила сконцентрироваться только на факторах, связанных с мембраной фильтра. Объясните, почему это может быть ошибкой и предложите другие факторы, которые следует учитывать.

Раздел 2. Принятие решения перед планированием эксперимента.

Тема 3. Полный факторный эксперимент.

1. Какие принципы следует учитывать при выборе области эксперимента?
2. Что такое априорная информация и как её использовать при планировании эксперимента?
3. Какие аргументы "за" и "против" использования априорной информации существуют?
4. Что такое "основной уровень" фактора и как его выбрать?
5. Что такое "интервал варьирования" фактора и как его определить?
6. Каким образом точность фиксирования факторов влияет на результаты эксперимента?
7. Что такое полный факторный эксперимент (ПФЭ)?
8. Какие принципы лежат в основе построения плана 2^k?
9. Какими свойствами обладает полный факторный эксперимент 2^k?
10. Как строится математическая модель для ПФЭ 2^k?
11. Как определяется значимость коэффициентов линейной модели в ПФЭ 2^k?
12. Какие преимущества имеет ПФЭ 2^k по сравнению с другими видами экспериментов?
13. Какие недостатки имеет ПФЭ 2^k по сравнению с другими видами экспериментов?

14. Как выбрать подходящий план эксперимента в зависимости от числа факторов и требуемой точности результатов?

15. Как использовать ПФЭ для оптимизации параметров ультразвукового датчика медицинского оборудования?

Практические задания

1. Выбор области эксперимента: Необходимо провести ПФЭ для оптимизации процесса стерилизации медицинских инструментов с помощью газовой плазмы. Определите область эксперимента, выберите основной уровень и интервалы варьирования для температуры, давления и времени воздействия плазмы.

2. Априорная информация: Проанализируйте доступную литературу и соберите априорную информацию о влиянии различных факторов на точность работы нового медицинского лазера. Оцените, как использование априорной информации может повлиять на выбор области эксперимента и количество необходимых опытов.

3. Построение плана 2к: Разработайте план ПФЭ 23 (три фактора на двух уровнях) для исследования влияния концентрации антибиотика, температуры инкубации и времени инкубации на эффективность уничтожения бактерий в биореакторе.

4. Математическая модель ПФЭ: Используя данные, полученные в результате проведения ПФЭ 22, определите коэффициенты линейной модели, описывающей зависимость прочности медицинского клея от концентрации отвердителя и времени полимеризации.

5. Кейс-стади: Точность и погрешность. При проведении ПФЭ для определения оптимальных параметров работы рентгеновской трубки, исследователь заметил высокую погрешность в измерении интенсивности излучения. Предложите способы повышения точности фиксирования факторов и снижения погрешности измерений.

Тема 4. Реализация плана эксперимента.

1. Что такое ошибки параллельных опытов и как они влияют на результаты эксперимента?

2. Как реализовать план эксперимента на практике?

3. Что такое дисперсия параметра оптимизации и как её рассчитать?

4. Как проверить однородность дисперсий в параллельных опытах?

5. Что такое рандомизация и почему она важна при реализации плана эксперимента?

6. Как разбить матрицу планирования эксперимента на блоки?

7. Что такое метод наименьших квадратов (МНК)?

8. Как проводится регрессионный анализ?

9. Как проверить адекватность модели?

10. Как проверить значимость коэффициентов регрессии?

11. Как интерпретировать полученные результаты эксперимента?

12. Как использовать результаты планирования эксперимента для улучшения технологического процесса изготовления медицинского изделия?

13. Каким образом можно использовать полученные результаты для формирования требований к оснастке для изготовления медицинского изделия?

14. Как определить оптимальные параметры технологического процесса с использованием результатов планирования эксперимента?

15. Как спланировать дальнейшие эксперименты, если полученные результаты не соответствуют ожиданиям?

Практические задания

1. Рандомизация и ошибки: Спланируйте проведение эксперимента по изучению влияния различных материалов на износостойкость протезов тазобедренного сустава. Объясните, как рандомизация поможет минимизировать влияние систематических ошибок, связанных с различиями в оборудовании и квалификации персонала.

2. Анализ дисперсии: Получены результаты эксперимента по изучению влияния различных режимов работы аппарата УВЧ-терапии на скорость заживления ран. Проведите

анализ дисперсии и определите, какие факторы оказывают наиболее значимое влияние на параметр оптимизации.

3. Проверка адекватности модели: После проведения ПФЭ и построения регрессионной модели для процесса электрохимической обработки медицинского имплантата, необходимо проверить адекватность модели. Опишите процедуру проверки адекватности и интерпретируйте результаты.

4. Интерпретация результатов: На основании результатов регрессионного анализа определите, какие факторы оказывают положительное и отрицательное влияние на эффективность нового лекарственного препарата. Сформулируйте рекомендации по оптимизации состава препарата.

5. Кейс-стади: От проекта к оснастке. На основе результатов планирования эксперимента удалось оптимизировать процесс литья под давлением корпуса для слухового аппарата. Опишите, как полученные данные можно использовать при проектировании оснастки (пресс-формы) для серийного производства корпуса. Укажите, какие параметры оснастки необходимо учитывать.

Темы рефератов по дисциплине:

- 1 Методы планирования и обработка результатов эксперимента.
- 2 Метод наименьших квадратов и линейная регрессионная модель с двумя переменными и их роль в планировании эксперимента.
- 3 Понятие, виды и методы планирования экспериментальных исследований.
- 4 Параметрические критерии и их роль в обработке результатов эксперимента.
- 5 Непараметрические критерии и их роль в обработке результатов эксперимента.
- 6 Необходимость и общий принцип проверки гипотез и их роль в обработке результатов эксперимента.
- 7 Проведение регрессионного анализа в планировании и обработке результатов эксперимента.
- 8 Проведение корреляционного анализа в планировании и обработке результатов эксперимента.
- 9 Дисперсионный анализ в планировании и обработке результатов эксперимента.
- 10 Особенности реальных практических задач планирования эксперимента.
11. Использование стандартного отклонения для планирования объема эксперимента.
12. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
13. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.
- 14 Методы и способы измерений, погрешности измерений и их роль в обработке результатов эксперимента.
- 15 Планирование и обработка результатов однофакторных экспериментов.

Комплект заданий для контрольных работ.

Вопросы к контрольной работе №1

- 1 Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Повторная и бесповторная выборки. Репрезентативная выборка.
- 2 Вариационный ряд. Полигон. Гистограмма частот и относительных частот.
- 3 Эмпирическая функция распределения и ее свойства.
- 4 Как оценить по выборке функцию распределения и плотность распределения?
- 5 Понятия статистики и точечной оценки параметра. Состоятельные, смещенные и несмещенные оценки. Примеры несмещенных оценок для математического ожидания и дисперсии.
- 6 Выборочные среднее и дисперсия. Несмещенные оценки для математического ожидания и дисперсии.
- 7 Интервальные оценки. Доверительный интервал и доверительная вероятность, уровень значимости.

8 Построение доверительного интервала для математического ожидания нормального распределения с известной и неизвестной дисперсией.

9 Построение доверительного интервала для дисперсии нормально распределенной случайной величины.

10 Планирование эксперимента при построении интервальных оценок.

11 Основные понятия теории проверки гипотез. Простая и сложная гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Статистический критерий. Ошибки первого и второго родов. Уровень значимости и мощность критерия.

12 Проверка гипотезы о виде закона распределения генеральной совокупности. Критерии согласия.

13 Критерии значимости. Проверка гипотез о математических ожиданиях одной и двух независимых нормальных выборок.

14 Критерии значимости. Проверка гипотез о дисперсиях одной и двух независимых нормальных выборок.

15 Критерии значимости. Проверка гипотез о математических ожиданиях двух зависимых и независимых нормальных выборок.

Вопросы к контрольной работе №2

1 Использование распределения Стьюдента при построении доверительных интервалов и проверке статистических гипотез.

2 Использование нормального распределения при построении доверительных интервалов и проверке статистических гипотез.

3 Использование χ^2 - распределения при построении доверительных интервалов и проверке статистических гипотез.

4 Использование F- распределения Фишера в задачах проверки статистических гипотез.

5 Проверка однородности дисперсий нескольких независимых нормальных выборок.

6 Виды зависимостей между случайными величинами. Основные задачи корреляционного и регрессионного анализа.

7 Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.

8 Проверка значимости коэффициента корреляции двух случайных величин, распределенных нормально.

9 Отыскание параметров эмпирического уравнения линейной регрессии методом наименьших квадратов.

10 Система нормальных уравнений метода наименьших квадратов.

Вопросы к контрольной работе №3

1 Система нормальных уравнений метода наименьших квадратов в матричной форме записи. Матрица базисных функций и информационная матрица плана.

2 План эксперимента. Понятия активного и пассивного эксперимента.

3 Равномерное и неравномерное дублирование опытов. Способы проверки воспроизводимости эксперимента.

4 Расчет дисперсии воспроизводимости, число степеней свободы дисперсии воспроизводимости.

5 Проверка значимости коэффициентов регрессии.

6 Проверка адекватности эмпирического уравнения регрессии экспериментальным данным.

7 Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^k . Свойства ПФЭ типа 2^k .

8 Матрица плана (матрица базисных функций) ПФЭ типа 2^k и ее свойства.

9 Формулы перехода от натуральных переменных к кодированным в ПФЭ типа 2^k .

10 Вычисление оценок коэффициентов уравнения регрессии в кодированных переменных по результатам ПФЭ 2^k , получение уравнения регрессии в натуральных переменных.

- 11 Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) типа 2^{k-p} , генерирующие соотношения, определяющий контраст, обобщенный определяющий контраст, система смешивания оценок.
- 12 Построение и свойства матрицы плана ДФЭ.
- 13 ПФЭ типа 3^k и типа 2^k , назначение и принцип построения.
- 14 Идея композиционного планирования. Структура центрально-композиционных планов 2-го порядка.
- 15 Композиционные планы 2-го порядка: ЦКОП, ЦКРП, Б-планы.
- 16 Принцип построения центрально-композиционных ортогональных планов 2-го порядка.

**Перечень вопросов и заданий,
выносимых на экзамен / зачёт / дифференцированный зачёт**

1. Понятие планирования эксперимента. Виды параметров оптимизации.
2. Эффективности параметра оптимизации (в статистическом и физическом смысле).
3. Виды факторов. Состав и допустимое количество факторов в эксперименте.
4. Условие необходимости и достаточности при определении факторов. Зависимость числа опытов от числа факторов.
5. Принципы учета качественных факторов.
6. Требования к факторам и к их совокупности.
7. Понятия функция и поверхности отклика.
8. Виды моделей, их назначение и принципы построения.
9. Принципы выбора области эксперимента.
10. Полный факторный эксперимент. Принципы построения плана 2^k . Свойства полного факторного эксперимента 2^k .
11. Свойства полного факторного эксперимента 2^k . Математическая модель. Определение коэффициентов линейной модели.
12. Ошибки параллельных опытов.
13. Рандомизация.
14. Регрессионный анализ.
15. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Интерпретация полученных результатов.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|
| Код и наименование проверяемой компетенции: ПК-1. Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий. | | | | |
| 1. | Задание закрытого типа | 1. Какой из перечисленных этапов не является частью процесса формирования технических требований к медицинскому изделию? А) Определение целевого назначения изделия Б) Анализ нормативной документации В) Определение производственных затрат | В) Определение производственных затрат (правильный) | 2 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | Г) Определение функциональных характеристик изделия | | |
| 2. | | 2. Что является ключевым при формировании технических требований к аппарату искусственной вентиляции легких (ИВЛ)? А) Максимальная производительность процессора Б) Соответствие стандартам безопасности и клиническим потребностям В) Минимальная стоимость производства Г) Наличие встроенного MP3-плеера | Б) Соответствие стандартам безопасности и клиническим потребностям (правильный) | 2 |
| 3. | | 3. Какой тип документа наиболее точно отражает технические требования к медицинскому изделию? А) Маркетинговый буклет Б) Патентная заявка В) Техническое задание Г) Смета расходов | В) Техническое задание (правильный) | 2 |
| 4. | | 4. При формировании технических требований к датчику глюкозы наименее важно учитывать: А) Диапазон измеряемых концентраций глюкозы Б) Погрешность измерений В) Срок службы батареи Г) Цвет корпуса | Г) Цвет корпуса (правильный) | 2 |
| 5. | | 5. Что необходимо определить в первую очередь при разработке технических требований к новому диагностическому прибору? А) Перечень используемых электронных компонентов Б) Целевую аудиторию и клинические потребности | Б) Целевую аудиторию и клинические потребности (правильный) | 2 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | В) Оптимальный дизайн корпуса Г) Способ упаковки прибора | | |
| 6. | Задание открытого типа | 1. Опишите процесс формирования технических требований к новому портативному электрокардиографу (ЭКГ), предназначенному для использования врачами скорой помощи. | <p>Определение целевого назначения (быстрая диагностика сердечной деятельности в полевых условиях). Анализ клинических потребностей (портативность, автономность, скорость измерения, точность, устойчивость к внешним воздействиям). Анализ нормативной документации (стандарты безопасности ЭКГ, требования к электромагнитной совместимости). Формирование функциональных требований (диапазон измеряемых частот, чувствительность, параметры фильтрации). Формирование требований к пользовательскому интерфейсу (простота и наглядность отображения данных). Формирование требований к габаритам и весу. Формирование требований к электробезопасности.</p> | 20 |
| 7. | | 2. Какие технические требования должны быть учтены при проектировании системы мониторинга пациента в реальном времени для использования в домашних условиях? | <p>Беспроводная передача данных (Bluetooth, Wi-Fi). Простота использования для пациентов без медицинского образования. Автономность (длительное время работы от батареи). Безопасность данных и конфиденциальность. Совместимость с различными датчиками и устройствами. Интеграция с мобильным</p> | 20 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | | приложением или веб-сервисом для передачи данных врачу. Соответствие нормативным требованиям к медицинским приборам для домашнего использования. | |
| 8. | | 3. Объясните, как технические требования к хирургическому роботу должны учитывать требования безопасности и точности манипуляций. | Наличие систем безопасности (экстренное отключение, ограничение рабочих зон, датчики столкновений). Высокая точность позиционирования и перемещения инструментов. Минимальный люфт и вибрация в механических компонентах. Обратная связь (сила, тактильные ощущения) для хирурга. Эргономичный интерфейс управления. Соответствие требованиям к стерилизации и дезинфекции | 20 |
| 9. | | 4. Сформулируйте технические требования к системе управления доступом и обработки данных в современной больнице. Как обеспечить защиту персональных данных пациентов? | Многоуровневая аутентификация пользователей. Разграничение прав доступа к информации. Шифрование данных при хранении и передаче. Регистрация всех действий пользователей в системе (аудит). Резервное копирование и восстановление данных. Соответствие требованиям HIPAA (или аналогичным стандартам конфиденциальности). | 20 |
| 10. | | 5. Как принципы планирования медико-биологического эксперимента могут быть использованы при формировании технических требований к новому экспресс-тесту для диагностики COVID-19? | Планирование экспериментов для определения оптимальной концентрации реагентов. Изучение влияния различных факторов (температура, время реакции) на чувствительность и | 20 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | | специфичность теста. Оценка влияния различных типов образцов (мазки из носоглотки, слюна) на результаты теста. Определение оптимального размера партии для производства. Использование методов статистического анализа для оценки достоверности результатов. | |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p>Код и наименование проверяемой компетенции: ПК-6. Способность к проектированию оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией изготовления медицинских изделий и биотехнических систем, их функциональных элементов, блоков и узлов.</p> | | | | |
| 11. | Задание закрытого типа | 1. Что является основным фактором при выборе материала для хирургического инструмента? А) Цвет материала Б) Прочность и коррозионная стойкость В) Стоимость материала Г) Простота обработки | Б) Прочность и коррозионная стойкость (правильный) | 2 |
| 12. | | 2. Какой тип оснастки наиболее часто используется для точной фиксации деталей при сборке медицинских приборов? А) Кондукторы и приспособления Б) Тиски В) Ключи Г) Отвертки | А) Кондукторы и приспособления (правильный) | 2 |
| 13. | | 3. Что необходимо учитывать при проектировании оснастки для стерилизации медицинского инструмента? А) Дизайн упаковки Б) Материал, устойчивый к высоким температурам и давлению | Б) Материал, устойчивый к высоким температурам и давлению (правильный) | 2 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | В) Цвет инструмента Г) Простоту разборки | | |
| 14. | | 4. Какой из перечисленных факторов наименее важен при проектировании пресс-формы для литья пластмассовых корпусов медицинских изделий? А) Наличие литниковой системы Б) Наличие системы охлаждения В) Шероховатость поверхности формы Г) Точность размеров | В) Шероховатость поверхности формы (правильный) | 2 |
| 15. | | 5. Что является ключевым при проектировании специального инструмента для микрохирургии? А) Максимальная прочность Б) Высокая точность и эргономичность В) Минимальная стоимость производства Г) Возможность автоматической заточки | Б) Высокая точность и эргономичность (правильный) | 2 |
| 16. | Задание открытого типа | 1. Опишите процесс проектирования кондуктора для сверления отверстий в корпусе медицинского прибора. Какие элементы должны быть включены в конструкцию кондуктора? | Определение расположения и размеров отверстий. Выбор материала для кондуктора (прочный, износостойкий, нержавеющей). Проектирование опорных элементов для точной фиксации детали. Проектирование направляющих втулок для сверла с учетом необходимой точности. Проектирование системы крепления кондуктора к детали. Проверка на прочность и жесткость конструкции. | 20 |
| 17. | | 2. Какие особенности следует учитывать при проектировании оснастки для сварки титанового | Защита от окисления во время сварки (использование | 20 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | протеза? | инертных газов). Точная фиксация деталей для обеспечения геометрической точности. Минимизация остаточных напряжений в сварном соединении. Обеспечение доступа для сварочного оборудования. Выбор материала оснастки, не взаимодействующего с титаном при высоких температурах. | |
| 18. | | 3. Опишите процесс проектирования пресс-формы для литья пластмассовых корпусов для одноразовых медицинских шприцов. Какие системы должны быть предусмотрены в пресс-форме? | Проектирование литниковой системы для равномерного заполнения формы расплавом. Проектирование системы охлаждения для быстрого затвердевания материала. Проектирование системы извлечения готовых изделий из формы. Обеспечение высокой точности размеров и минимальной шероховатости поверхности. Выбор материала формы, устойчивого к высоким температурам и давлению. | 20 |
| 19. | | 4. Какие требования должны быть учтены при проектировании инструмента для малоинвазивной хирургии (лапароскопии)? | Минимальный размер инструмента. Эргономичность и удобство использования для хирурга. Высокая точность манипуляций. Надежность и прочность конструкции. Возможность стерилизации или | 20 |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | | | одноразовое использование. Оптимальная видимость рабочей области (возможность интеграции с эндоскопом). | |
| 20. | | 5. Как результаты планирования эксперимента могут быть использованы при проектировании оснастки для лазерной резки медицинских изделий? Приведите примеры. | Определение оптимальных параметров резки (мощность лазера, скорость перемещения, тип газа). Разработка оснастки, обеспечивающей точное позиционирование детали относительно лазерного луча. Проектирование системы отвода продуктов горения. Разработка системы контроля и мониторинга процесса резки. Использование полученных данных для автоматической настройки параметров резки в зависимости от материала и толщины изделия. | 20 |

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

| п/п | Контролируемые мероприятия | Количество мероприятий/баллы | Максимальное количество баллов | Срок предоставления |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Основной блок | | | | |
| | Коллоквиум | 2/2 | 20 | |
| | Тетрадь с лекциями | 1/1 | 4 | |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----|--|
| | Контрольная работа | 2/2 | 30 | |
| | Тетрадь по практике | 1/1 | 6 | |
| | Всего | | 60 | |
| Блок бонусов | | | | |
| | Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий) | | 4 | |
| | Активная работа на занятиях | | 4 | |
| | Своевременное выполнение заданий | | 2 | |
| | Всего | | 10 | |
| Дополнительный блок | | | | |
| | Экзамен | | | |
| | Итого | | 100 | |

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

| Показатель | Баллы |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| Опоздание (два и более) | -2 |
| Не готов к практическому занятию | -2 |
| Нарушение дисциплины | -2 |
| Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию) | -2 |
| Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие) | -2 |
| Не своевременное выполнение задания | -2 |
| Нарушение техники безопасности | -1 |

При передаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая передача – 5 баллов
- вторая передача – 10 баллов

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

| Сумма баллов | Оценка по 4-балльной шкале | |
|--------------|----------------------------|------------|
| 90–100 | 5 (отлично) | Зачтено |
| 85–89 | 4 (хорошо) | |
| 75–84 | | |
| 70–74 | | |
| 65–69 | 3 (удовлетворительно) | |
| 60–64 | | |
| Ниже 60 | 2 (неудовлетворительно) | Не зачтено |

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Основы теории эксперимента : учебник для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12808-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556177> (дата обращения: 18.03.2025).

2. Харченко, Л. Н. Методика и организация биологического исследования : учебное пособие для вузов / Л. Н. Харченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 138 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20126-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557611> (дата обращения: 18.03.2025).

3. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 224 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16717-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563396> (дата обращения: 18.03.2025).

8.2. Дополнительная литература

1. Ершов, Ю. А. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 444 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20355-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558001> (дата обращения: 18.03.2025).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ЭБС |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цифровой образовательный ресурс IPRsmart: - ЭОР № 1 – программа для ЭВМ «Автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPRsmart»; |
| Электронно-библиотечная система BOOK.ru https://book.ru |
| Образовательная платформа ЮРАЙТ, https://urait.ru/ |
| Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» https://biblio.asu.edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i> |
| Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i> |

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Планирование медико-биологического эксперимента» осуществляются в учебных аудиториях, снабжённых необходимым количеством посадочных мест (один стол на двух обучающихся, стулья).

Лекционные аудитории оборудованы мультимедийными комплексами и экранами для демонстрации слайдовых презентаций и иных форм визуализации учебного материала дисциплины. Для демонстрации презентаций студентов использоваться мультимедийные средства, имеющиеся в распоряжении кафедры (проектор, экран, ноутбук).

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).