

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Статистические методы в механике  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.03 Прикладная механика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Биомеханика  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Подготовить специалистов к постановке и решению практических задач современной биомеханики, к проведению теоретического и экспериментального стохастического анализа процессов, протекающих в живой ткани и биологических системах, к пониманию проблем безопасности человека в окружающей среде.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Случайные параметры, определяющие случайный характер процессов, протекающих в биологических и биомеханических системах; случайные процессы в этих системах, в частности, в ортодонтии зубочелюстной системы, в отохирургии, в биодеструкции непригодных к применению лекарственных средств; критерии надежности функционирования биомеханических систем.

### 1.3. Входные требования

Производственная практика, научно-исследовательская работа

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения   | Средства оценки             |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------------------|
| ОПК-1       | ИД-1ОПК-1         | Знает:<br>- порядок поиска и систематизации информации по статистике в биомеханике;<br>- вероятностный подход к прогнозу риска возникновения чрезвычайной ситуации при эксплуатации механической системы. | Знает порядок поиска и систематизации информации об опыте решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.       | Собеседование               |
| ОПК-1       | ИД-2ОПК-1         | Умеет:<br>- формулировать научно-техническую задачу в сфере биомеханики;<br>- выделять случайные из всего множества воздействующих на систему параметров.   | Умеет формулировать научно-техническую задачу в сфере профессиональной деятельности на основе знания проблем отрасли и опыта их решения. | Расчетно-графическая работа |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки             |
|-------------|-------------------|--|---|-----------------------------|
| ОПК-1       | ИД-3ОПК-1         | Владеет:<br>– навыками выбора методов решения, установления ограничений к решениям научно-технической задачи в сфере биомеханики;<br>- методами определения числовых характеристик случайных процессов на основе кинетического моделирования поведения биомеханических систем. | Владеет навыками выбора методов решения, установления ограничений к решениям научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе нормативно-технической документации и знания проблем отрасли и опыта их решения. | Дифференцированный зачет    |
| ОПК-4       | ИД-1ОПК-4         | Знает:<br>- как выбрать нормативно-техническую информацию для представления результатов исследований;<br>- теорию случайных процессов;<br>- теорию надежности.   | Знает и выбирает нормативно-техническую информацию для разработки проектной, распорядительной документации.   | Собеседование               |
| ОПК-4       | ИД-2ОПК-4         | Умеет:<br>- оформлять проекты нормативных и распорядительных документов организации в сфере биомеханики;<br>- определять числовые характеристики систем случайных величин и случайных процессов.   | Умеет оформлять проекты нормативных и распорядительных документов организации в сфере профессиональной деятельности.  | Расчетно-графическая работа |
| ОПК-4       | ИД-3ОПК-4         | Владеет:<br>- численными методами в биомеханике;<br>- компьютерными средствами обработки экспериментальных данных.   | Владеет навыками разработки и оформления проектной документации в сфере профессиональной деятельности в соответствии действующими нормами.  | Дифференцированный зачет    |
| ОПК-8       | ИД-1ОПК-8         | Знает:<br>- о правах на результаты интеллектуальной деятельности;<br>- технологию компьютерной реализации параметров надежности механических систем.   | Знает особенности распоряжения правами на результаты интеллектуальной деятельности.   | Собеседование               |
| ОПК-8       | ИД-2ОПК-8         | Умеет:   | Умеет решать задачи,  | Расчетно-                   |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения   | Средства оценки             |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------------------|
|             |                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать и применить метод решения поставленной задачи с учетом индивидуальности объекта;</li> <li>- сделать обзор литературных источников,</li> <li>- осуществить математическую постановку задач механики и надежности.</li> </ul> | связанные с использованием результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации для создания инновационной продукции и услуг, в том числе ориентированных на зарубежные рынки. | графическая работа          |
| ОПК-8       | ИД-3ОПК-8         | <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками форм и методов правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности в биомеханике;</li> <li>- программным обеспечением персональных компьютеров.</li> </ul>   | Владеет навыками форм и методов правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности.   | Дифференцированный зачет    |
| ОПК-9       | ИД-1ОПК-9         | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы представления и описания результатов научно-технических исследований;</li> <li>- критерии надежности для прогноза риска возникновения чрезвычайной ситуации при эксплуатации механической системы.</li> </ul>  | Знает методы представления и описания результатов научно-технических исследований в области машиностроения.  | Собеседование               |
| ОПК-9       | ИД-2ОПК-9         | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов в сфере биомеханики;</li> <li>- обосновывать критерии надежности при эксплуатации механической системы.</li> </ul>                        | Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; рассчитывать качественные и количественные результаты выполненной научно-технической работы.                | Расчетно-графическая работа |
| ОПК-9       | ИД-3ОПК-9         | <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками в подготовке научно-технических отчетов и обзоров по результатам</li> </ul>  | Владеет навыками в подготовке научно-технических отчетов и обзоров по результатам выполненных  | Дифференцированный зачет    |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
|             |                   | выполненных исследований для протезных предприятий;<br>- аналитическими и численными методами определения числовых характеристик случайных процессов. | исследований в области машиностроения.   |                 |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 3                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54          | 54                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 18          | 18                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   |             |                                    |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 34          | 34                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 90          | 90                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  |             |                                    |  |
| Дифференцированный зачет   | 9           | 9                                  |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 144         | 144                                |  |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| 3-й семестр  |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Случайные величины. Функции случайных величин   | 4   | 0  | 8  | 20   |
| Тема 1. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Тема 2. Дискретные и непрерывные случайные величины. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок Тема 3. Законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин. Правило «трех сигм». Тема 4. Биомеханический процесс как система случайных величин. Тема 5. Функции случайных величин. Числовые характеристики функций. Метод линеаризации |   |    |    |  |
| Случайные процессы  | 6   | 0  | 6  | 15   |
| Тема 1. Случайные процессы, нестационарные и стационарные процессы, числовые характеристики случайных процессов. Тема 2. Эргодические случайные процессы. Тема 3. Спектральный анализ, спектральная плотность, соотношения Хинчина-Винера. Тема 4. Случайные колебания систем с конечным числом степеней свободы  |   |    |    |  |
| Кинетически моделируемые биомеханические процессы   | 2   | 0  | 10 | 25   |
| Тема 1. Идентификация параметров кинетических уравнений для реализаций Тема 2. Биомеханический процесс как функция случайных параметров. Тема 3. Числовые характеристики биомеханических процессов в условиях малой выборки.  |   |    |    |  |
| Стохастическая оптимизация  | 4   | 0  | 8  | 15   |
| Тема 1. Методика определения целевой функции по верхней границе доверительного интервала. Тема 2. Вероятностная постановка задачи оптимизации кинетически моделируемых биомеханических процессов. Тема 3. Методика решения задачи оптимизации.  |   |    |    |  |
| Теория надежности   | 2   | 0  | 2  | 15   |
| Тема 1. Основы теории надежности. Критерии надежности объектов. Вероятность безотказной работы. Модели отказов машин и конструкций. Тема 2. Законы распределения в теории надежности. Проблемы безопасности. Тема 3. Человек-оператор.  |   |    |    |  |
| ИТОГО по 3-му семестру  | 18  | 0  | 34 | 90   |
| ИТОГО по дисциплине   | 18  | 0  | 34 | 90   |

## Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия   |
|--------|--|
| 1      | Вероятность попадания случайной величины на заданный участок   |
| 2      | Числовые характеристики распределения случайной величины. Законы Коши и равномерной плотности  |
| 3      | Числовые характеристики распределения случайной величины. Законы Пуассона и нормального распределения  |
| 4      | Реализация правила 3-х сигм  |
| 5      | Плотность распределения функции случайной величины   |
| 6      | Числовые характеристики функции системы случайных величин  |
| 7      | Линеаризация экспоненциальной функции случайной величины   |
| 8      | Повторяемость экспериментальных данных по биодеструкции, перемещению зуба в эластопозиционере и восстановлению слуха при стапедопластике как случайный процесс         |
| 9      | Кинетическое моделирование реализаций случайного процесса  |
| 10     | Обработка экспериментальных данных в условиях малой выборки  |
| 11     | Случайный процесс как функция системы ограниченного числа случайных величин  |
| 12     | Доказательство Леммы о числовых характеристиках случайного процесса с экспоненциальными реализациями   |
| 13     | Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса с экспоненциальными реализациями   |
| 14     | Корреляционная функция случайного процесса с экспоненциальными реализациями  |
| 15     | Анализ сходимости числовых характеристик случайного процесса с экспоненциальными реализациями: метод линеаризации, гипотезы о нормальном и логнормальном распределении |
| 16     | Применение усеченного нормального закона распределения для характеристик надежности  |
| 17     | Анализ кривых распределения случайной величины при износных отказах  |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                 | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)  | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------|--|---|
| <b>1. Основная литература</b>         |  |   |
| 1                                     | Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - Москва: Юрайт, 2010. | 60  |
| 2                                     | Светлицкий В. А. Статистическая механика и теория надежности : учебник для вузов / В. А. Светлицкий. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.              | 40  |
| 3                                     | Селянинов А. А. Статистическая механика и теория надежности : конспект лекций / А. А. Селянинов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.                                     | 77  |
| <b>2. Дополнительная литература</b>   |  |   |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b> |  |   |



|   |   |    |
|---|---|----|
| 1   | Иванов Б. А. Основы теории надежности и вероятностные методы расчета деталей и узлов машин : конспект лекций / Б. А. Иванов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1996.  | 46 |
| 2   | Новоселов В. С. Статистические модели механики : учебное пособие / В. С. Новоселов. - СПб: Изд-во СПбГУ, 1999.  | 9  |
| 3   | Ч. 1. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1994. - (Задачи и примеры по теории колебаний : учебное пособие для втузов : в 2 ч.; Ч. 1).  | 24 |
| 4   | Ч. 2. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. - (Задачи и примеры по теории колебаний : учебное пособие для втузов : в 2 ч.; Ч. 2).  | 24 |
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |   |    |
| 1   | Российский журнал биомеханики / Российская академия наук, Уральское отделение ; Пермский научный центр ; Российская академия медицинских наук ; Пермский край. Администрация ; Пермский государственный технический университет ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Ю. И. Няшина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997 - . |    |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |   |    |
|   | Не используется   |    |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |   |    |
|   | Не используется   |    |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |   |    |
|   | Не используется   |    |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы      | Наименование разработки  | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------|--|---|---|
| Основная литература | Селянинов А. А. Статистическая механика и теория надежности : конспект лекций / А. А. Селянинов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2824">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2824</a> | сеть Интернет; авторизованный доступ  |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО               | Наименование ПО                                   |
|----------------------|---|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)   |
| Офисные приложения.  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks  | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс   | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция               | Мультимедиа комплект в составе: ноутбук и проектор                              | 1                 |
| Практическое занятие | Мультимедиа комплект в составе: ноутбук и проектор                              | 1                 |

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

Факультет прикладной математики и механики  
Кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Статистические методы в механике»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

|  |  |                   |
|--|--|-------------------|
| <b>Направление подготовки:</b>                                 | 15.04.03 Прикладная механика                         |                   |
| <b>Направленность (профиль)<br/>образовательной программы:</b> | Биомеханика  |                   |
| <b>Квалификация выпускника:</b>                                | «Магистр»  |                   |
| <b>Выпускающая кафедра:</b>                                    | Вычислительная математика, механика и<br>биомеханика |                   |
| <b>Форма обучения:</b>   | Очная  |                   |
| <b>Курс:</b> 2   |  | <b>Семестр:</b> 3 |
| <b>Трудоёмкость:</b>   |  |                   |
| Кредитов по рабочему учебному плану:                           |  | 4 ЗЕ              |
| Часов по рабочему учебному плану:                              |  | 144 ч             |
| <b>Форма промежуточной аттестации:</b>                         |  |                   |
| Дифф. зачёт:   |  | 3 семестр         |

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 5 учебных разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и промежуточной аттестации. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)  | Вид контроля |    |    |                            |              |          |                |
|--|--------------|----|----|----------------------------|--------------|----------|----------------|
|  | Текущий      |    |    | Промежуточный/<br>рубежный |              | Итоговый |                |
|  | С            | ТО | ПЗ | РГР                        | Т/КР/<br>КИЗ |          | Дифф.<br>зачет |
| <b>Усвоенные знания</b>  |              |    |    |                            |              |          |                |
| <b>3.1</b> знать:<br>– порядок поиска и систематизации информации по статистике в биомеханике;<br>– вероятностный подход к прогнозу риска возникновения чрезвычайной ситуации при эксплуатации механической системы. | С            | ТО |    |                            | КР           |          | ТВ             |
| <b>3.2</b> знать:<br>– как выбрать нормативно-техническую информацию для представления результатов исследований;<br>– теорию случайных процессов;<br>– теорию надежности.  | С            | ТО |    |                            | КР           |          | ТВ             |
| <b>3.3</b> знать:<br>– о правах на результаты интеллектуальной деятельности;<br>– технологию компьютерной реализации параметров надежности механических систем.  | С            | ТО |    |                            | КР           |          | ТВ             |

|   |   |    |  |     |     |  |    |
|---|---|----|--|-----|-----|--|----|
| <b>З.4</b> знать:<br>– методы представления и описания результатов научно-технических исследований;<br>– критерии надежности для прогноза риска возникновения чрезвычайной ситуации при эксплуатации механической системы.  | С | ТО |  |     | КР  |  | ТВ |
| <b>Освоенные умения</b>   |   |    |  |     |     |  |    |
| <b>У.1</b> уметь:<br>– формулировать научно-техническую задачу в сфере биомеханики;<br>– выделять случайные из всего множества воздействующих на систему параметров.  |   |    |  | РГР | КР  |  | ПЗ |
| <b>У.2</b> уметь:<br>– оформлять проекты нормативных и распорядительных документов организации в сфере биомеханики;<br>– определять числовые характеристики систем случайных величин и случайных процессов.   |   |    |  | РГР | КР  |  | ПЗ |
| <b>У.3</b> уметь:<br>– выбрать и применить метод решения поставленной задачи с учетом индивидуальности объекта;<br>– сделать обзор литературных источников,<br>– осуществить математическую постановку задач механики и надежности.   |   |    |  | РГР | КР  |  | ПЗ |
| <b>У.4</b> уметь:<br>– обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов в сфере биомеханики;<br>– обосновывать критерии надежности при эксплуатации механической системы.  |   |    |  | РГР | КР  |  | ПЗ |
| <b>Приобретенные владения</b>   |   |    |  |     |     |  |    |
| <b>В.1</b> владеть:<br>– навыками выбора методов решения, установления ограничений к решениям научно-технической задачи в сфере биомеханики;<br>– методами определения числовых характеристик случайных процессов на основе кинетического моделирования поведения биомеханических систем. |   |    |  |     | КИЗ |  | КЗ |
| <b>В.2</b> владеть:<br>– численными методами в биомеханике;<br>– компьютерными средствами обработки экспериментальных данных.   |   |    |  |     | КИЗ |  | КЗ |
| <b>В.3</b> владеть:<br>– навыками форм и методов правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности в биомеханике;<br>– программным обеспечением персональных компьютеров.   |   |    |  |     | КИЗ |  | КЗ |
| <b>В.4.</b> владеть:<br>– навыками в подготовке научно-технических отчетов и обзоров по результатам выполненных исследований для протезных предприятий;<br>– аналитическими и численными методами определения числовых характеристик случайных процессов.                                 |   |    |  |     | КИЗ |  | КЗ |

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); РГР – расчетно-графическая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КИЗ – комплексное индивидуальное задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференциального зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Промежуточный и рубежный контроль**

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты расчетно-графических (практических) работ и рубежных контрольных работ.

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

### **2.2.2. Защита расчетно-графической работы**

Всего запланировано 1 расчетно-графическая работа по теме «Стохастический анализ процесса биodeградации лекарственного средства на примере Но-Шпы», в рамках которого студент получает  *типовые*  исходные данные для проведения последующих расчетов.

Защита расчетно-графической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР по разделу 1 «Случайные величины. Функции случайных величин», вторая КР – по разделу 3 «Кинетически моделируемые биомеханические процессы».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок.
2. Числовые характеристики распределения случайной величины. Правило 3-х сигм при нормальном законе распределения.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Кинетическое моделирование реализаций случайного.
2. Линеаризация экспоненциальной функции случайной величины.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.4. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту «Стохастический анализ процесса биodeградации лекарственного средства на примере Но-Шпы», в рамках которого студент получает  *индивидуальные*  исходные данные для проведения последующих расчетов.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного**



### **аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Что понимается под термином “случайная величина”?
2. Почему для непрерывной случайной величины не существует ряда распределения?
3. На чем основана линеаризация нелинейных функций случайных величин?
4. Каковы вероятностные характеристики случайного процесса?
5. Что изучает и прогнозирует теория надежности?

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Объяснить, в чем разница между зависимыми независимыми случайными величинами.
2. Объяснить, что характеризует корреляционный момент и коэффициент корреляции.
3. Показать вид корреляционной матрицы для двух независимых случайных величин.
4. Показать, какую практическую ценность имеет ”правило трех сигм”.
5. Показать отличие стационарного процесса от нестационарного.

##### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Определить математическое ожидание, дисперсию и СКО случайной величины в условиях малой выборки.
2. Получить функцию случайной величины для процесса, реализации которого описываются кинетическим уравнением 1-го порядка.

3. Получить зависимости от времени математического ожидания и СКО для экспоненциальной функции случайной величины методом линеаризации.

#### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.