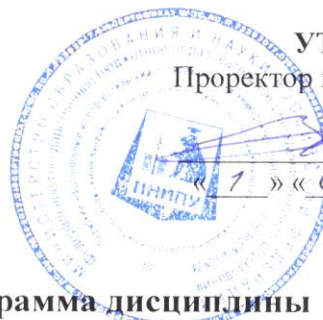




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев

« 1 » « 06 » 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Биомеханика»**

| | |
|---|--|
| Направление подготовки | 01.06.01 Математика и механика |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры | Биомеханика |
| Научная специальность | 01.02.08 «Биомеханика» |
| Квалификация выпускника | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая(ие) кафедра(ы) | Теоретическая механика и биомеханика (ТМБ) |
| Форма обучения | Очная |
| Курс: 2,3 | Семестр (ы): 4,5 |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 4 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 144 ч |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: 5 | Зачёт: 4 |


Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Биомеханика» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 866 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 01.02.08 «Биомеханика», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 01.02.08 Биомеханика.

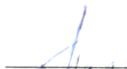
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ТМБ
Протокол от «24» мая 2017 г. № 33 .

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент
(учёная степень, звание)


(подпись)

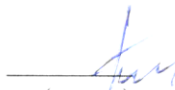
Лохов В.А.
(Фамилия И.О.)

Разработчик д.т.н., профессор
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Няшин Ю.И.
(Фамилия И.О.)


Руководитель д.т.н., профессор
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Няшин Ю.И.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области биомеханики.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- Владение современными методами анатомо-физиологического исследования человеческого организма, его органов и систем (ПК-1);
- Владение методами построения и исследования математических и биомеханических моделей живых структур, определяющих соотношений для живых тканей с учётом их адаптационных способностей (ПК-3);

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- изучение общих закономерностей, характерных для биологических систем с точки зрения биомеханики, строения и функций живых систем организма человека, методов математического моделирования различных элементов организма человека с учетом процессов роста и адаптации живой ткани, оптимальных принципов характерных для живых систем;

• **формирование умений**

- формирование умения постановки и анализа методов решения начально-краевых задач механики сплошной среды с учетом ростовых деформаций и адаптационных процессов в живых тканях;

• **формирование навыков**

- формирование навыков работы с современным программным обеспечением построения 2D- и 3D-моделей для вычисления различных параметров, характеризующих деятельность живого организма.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- организм человека как многоуровневая биомеханическая система;
- искусственные заменители живых органов и тканей в процессе развития организма человека;
- биомеханические модели различных органов и систем организма;
- начально-краевые задачи для живых систем;

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Биомеханика» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 01.02.08 - Биомеханика и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- строение и функции элементов систем организма человека;
- методы моделирования органов и тканей организма человека.

Уметь:

- построить математическую модель различных органов и тканей человека;
- формулировать математическую постановку начально-краевой задачи с учетом ростовых и адаптационных процессов в живой ткани организма человека.

Владеть:

- расчетными и экспериментальными методами исследования живых тканей;
- численными методами расчета параметров органов и тканей организма человека.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

| | |
|--------------------|---|
| Код ПК-1 | Формулировка компетенции Владение современными методами анатомо-физиологического исследования человеческого организма, его органов и систем |
|--------------------|---|

| | |
|-------------------------------|--|
| Код ПК-1 Б1.В.01 | Формулировка дисциплинарной части компетенции Владение современными методами анатомо-физиологического исследования человеческого организма |
|-------------------------------|--|

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|---|---|
| Знать: строение и функции элементов систем организма человека; | <i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование.</i> |
| Уметь: построить математическую модель различных органов и тканей человека | <i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |
| Владеть: расчетными и экспериментальными методами исследования живых тканей. | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

| | |
|--------------------|--|
| Код ПК-3 | Формулировка компетенции Владение методами построения и исследования математических и биомеханических моделей живых структур, определяющих соотношений для живых тканей с учётом их адаптационных способностей |
|--------------------|--|

| | |
|-------------------------------|---|
| Код ПК-3 Б1.В.01 | Формулировка дисциплинарной части компетенции Владение методами построения и исследования математических и биомеханических моделей живых структур |
|-------------------------------|---|

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|---|---|------------------------|
| Знать: методы моделирования органов и тканей организма человека | <i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование.</i> |

| | | |
|---|---|---|
| Уметь: формулировать математическую постановку начально-краевой задачи с учетом ростовых и адаптационных процессов в живой ткани организма человека | <i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |
| Владеть: численными методами расчета параметров органов и тканей организма человека | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Вид учебной работы | Трудоёмкость, ч | |
|----------|--|-----------------|----------------------|
| | | 4 семестр | 5 семестр |
| 1 | Аудиторная работа | 12 | |
| | В том числе: | | |
| | Лекции (Л) | 5 | - |
| | Практические занятия (ПЗ) | - | 6 |
| 2 | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 1 | - |
| 3 | Самостоятельная работа (СР) | 66 | 30 |
| 4 | Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен | - | 36 |
| | Форма итогового контроля: | Зачет | Кандидатский экзамен |

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

| Номер раздела дисциплины | Номер темы дисциплины | Количество часов и виды занятий | | | | | Трудоёмкость, ч / ЗЕ | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|-------------------|----------------------|------------------------|
| | | аудиторная работа | | | КСР | Итоговый контроль | | Самостоятельная работа |
| | | всего | Л | ПЗ | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | - | | 22 | 23 | |
| | 2 | 2 | 2 | - | | 22 | 24 | |
| | 3 | 2 | 2 | - | 1 | 22 | 25 | |
| Всего по разделу: | | 5 | 5 | - | 1 | 66 | 72 | |
| 2 | 4 | 3 | - | 3 | | 15 | 18 | |
| | 5 | 3 | - | 3 | | 36 | 54 | |
| Всего по разделу: | | 6 | - | 6 | - | 36 | 72 | |
| Промежуточная аттестация | | | | | | 36 | | |
| Итого: | | 11 | 5 | 6 | 1 | 96 | 144/4 | |

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Современные проблемы биомеханики. Часть 1.

(Л – 5, СР – 66)

Тема 1. Биомеханика как междисциплинарная наука о живых системах. Математические модели, применяемые в современной биомеханике.

Ключевые слова: биомеханика, живые системы, математические модели.

Тема 2. Сходство и отличие математических моделей в биомеханике от моделей в неживой природе, определяющие соотношения для различных тканей.

Ключевые слова: живые системы, математические модели, определяющие соотношения.

Тема 3. Ростовые деформации в живых тканях.

Ключевые слова: живые системы, ростовые деформации.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 2. Современные проблемы биомеханики. Часть 2.

(ПЗ – 6, СР – 30)

Тема 4. Закон Вольфа об адаптационной способности живых тканей

Ключевые слова: живые системы, закон Вольфа.

Тема 5. Постановка краевой задачи определения остаточных напряжений.

Ключевые слова: остаточные напряжения, постановка краевой задачи.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства |
|--------|-----------------------|--|---------------------------------------|---|
| 1 | 1 | <i>Закон Вольфа и оптимальное проектирование элементов живой системы</i> | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |
| 2 | 2 | <i>Эксперименты по определению остаточных напряжений</i> | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Темы самостоятельных заданий

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы самостоятельной работы | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства |
|--------|-----------------------|--|----------------------------------|--|
| 2 | 1 | <i>Нахождение оптимального варианта конструкции для лечения сколиоза (искривления шейного отдела позвоночника во фронтальной плоскости).</i> | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 3 | 2 | <i>Анализ определяющих соотношений механики сплошной среды для различных органов и тканей организма человека.</i> | Творческое задание | Темы творческих заданий |

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Биомеханика» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты 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 установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Биомеханика» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

| | | | | | | | | | |
|---|--|---|---------------------|---|--------------|---|-------------------------|--|---------------------|
| Б1.В.01 «Биомеханика» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i> | БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i> | | | | | | | | |
| | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору аспиранта</td> </tr> </table> | | базовая часть цикла | x | обязательная | x | вариативная часть цикла | | по выбору аспиранта |
| | базовая часть цикла | x | обязательная | | | | | | |
| x | вариативная часть цикла | | по выбору аспиранта | | | | | | |
| 01.06.01 / 01.02.08 <i>код направления / шифр научной специальности</i> | Математика и механика/ Биомеханика <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i> | | | | | | | | |

2017

Семестр(-ы): 4,5

(год утверждения учебного плана)

Количество аспирантов: 2

Факультет прикладной математики и механики

Кафедра теоретической механики и биомеханики

*тел. 8(342)239-00-00; rmpi@pstu.ru
(контактная информация)*

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

| № | Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i> | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий |
|------------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Основная литература | | |
| 1 | Ю.И. Няшин, В.А. Лохов. Основы биомеханики// ПГТУ, 2008. – 210 с. | 100+эб |
| 2 | Экспериментальные методы в биомеханике. Под редакцией Ю.И. Няшина, Р.М. Подгайца // ПГТУ, 2008. – 399 с. | 120+эб |
| 3 | Биофизика. Под редакцией В.Ф. Антонова // М.: Владос, 2003. – 2-е изд., испр. и доп. – 287 с. | 72 |
| 4 | П.И. Бегун, Ю.А. Шукейло. Биомеханика // С.-Петербург: Политехника, 2000. – 464 с. | 45 |

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 5 | П.И. Бегун, П.Н. Афонин. – Моделирование в биомеханике // М.: Высшая школа, 2004. – 392 с. | 80 |
| 2 Дополнительная литература | | |
| 2.1 Учебные и научные издания | | |
| 1 | Р.Н. Рудаков, Ю.И. Няшин, О.Р. Ильялов, Р.М. Подгаец Теоретическая механика и ее приложения к решению задач биомеханики // ПГТУ, 2010. – 141 с. | 25+эб |
| 2.2 Периодические издания | | |
| 1 | Российский журнал биомеханики, 1997-2016 | |
| 2.3 Нормативно-технические издания | | |
| 1 | не использ. | |
| 2.4 Официальные издания | | |
| 1 | не предусмотр. | |

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](http://elibrary.rsl.ru) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

1. *Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

2. *Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. *Портал «Биомеханика в России» – <http://biomechanics.pro>*

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п.п. | Вид учебного занятия | Наименование программного продукта | Рег. номер лицензии | Назначение программного продукта |
|--------|----------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1 | Практическое | Office Professional 2013 | 62445253 | Оформление результатов работы |
| 2 | Практическое | MATLAB 7,9 Classroom | 568405 | Программирование |

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

| № п.п. | Помещения | | | Площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|--------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | Название | Принадлежность (кафедра) | Номер аудитории | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Компьютерный класс | Кафедра ТМБ | 405, к. В | 25 | 10 |

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

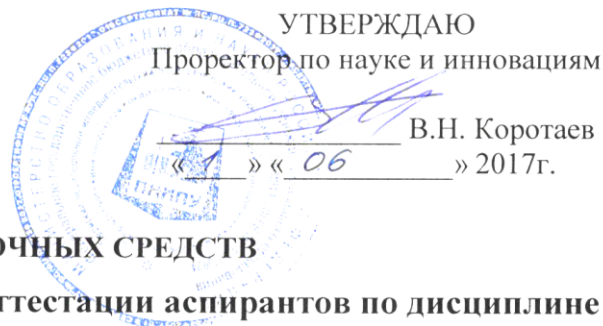
| № п.п. | Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование) | Кол-во ед. | Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.) | Номер аудитории |
|--------|--|------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | |
|---|---------------------------------|-----------|-------------------------------|------------------------|
| 1 | <i>Персональные компьютеры.</i> | <i>10</i> | <i>Оперативное управление</i> | <i>405 корп. В</i> |
| 2 | <i>Видеопроектор, экран</i> | <i>1</i> | <i>Оперативное управление</i> | <i>407 корп. В</i> |

Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|-------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Биомеханика»**

| | |
|---|--|
| Направление подготовки | 01.06.01 Математика и механика |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры | Биомеханика |
| Научная специальность | 01.02.08 «Биомеханика» |
| Квалификация выпускника | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая(ие) кафедра(ы) | Теоретическая механика и биомеханика (ТМБ) |
| Форма обучения | Очная |
| Курс: 2,3 | Семестр (ы): 4,5 |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 4 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 144 ч |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: 5 | Зачёт: 4 |


Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Биомеханика» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 866 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 01.02.08 «Биомеханика», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 01.02.08 «Биомеханика».

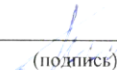
ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ТМБ
Протокол от «24» мая 2017 г. № 33.

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент
(учёная степень, звание)


(подпись)

Лохов В.А.
(Фамилия И.О.)


Руководитель д.т.н., профессор
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Няшин Ю.И.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова

Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.ОД.1.1 «Биомеханика» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ПК-1. Владение современными методами анатомо-физиологического исследования человеческого организма, его органов и систем.

ПК-3. Владение методами построения и исследования математических и биомеханических моделей живых структур, определяющих соотношений для живых тканей с учётом их адаптационных способностей.

6.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Вид контроля | | | |
|---|--------------|-------|-----------|----------------------|
| | 4 семестр | | 5 семестр | |
| | Текущий | Зачёт | Текущий | Кандидатский экзамен |
| Усвоенные знания | | | | |
| 3.1 строение и функции элементов систем организма человека | С | ТВ | | |
| 3.2 методы моделирования органов и тканей организма человека | | | С | ТВ |
| Освоенные умения | | | | |
| У.1 построить математическую модель различных органов и тканей человека | ОТЗ | ПЗ | | |
| У.2 формулировать математическую постановку начально-краевой задачи с учетом ростовых и адаптационных процессов в живой ткани организма человека | | | ОТЗ | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | |
| В.1 расчетными и экспериментальными методами исследования живых тканей | ОТЗ | ПЗ | | |
| В.2 численными методами расчета параметров органов и тканей организма человека | | | ОТЗ | ПЗ |

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и

рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

7. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

7.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

| Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|-------------------------|---|
| Зачтено | Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения. |
| Незачтено | Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии. |

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

| Уровень | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|----------------|---|
|----------------|---|

| освоения | |
|------------------|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты. |
| <i>Незачтено</i> | Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание. |

7.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------------|--|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. |
| <i>Незачтено</i> | При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей. |

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на кандидатском экзамене

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------|--|
| 5 | <p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> |
| 4 | <p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> |
| 3 | <p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> |
| 2 | <p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p> |

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на зачете

| Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций | Критерии оценивания компетенции |
|---|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено» |

| | |
|------------------|---|
| <i>Незачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено» |
|------------------|---|

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на кандидатском экзамене

| Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций | Критерии оценивания компетенции |
|---|---|
| 5 | Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично» |
| 4 | Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо» |
| 3 | Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно» |
| 2 | Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно» |

8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

9. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

9.1 Типовые творческие задания:

1. Определить напряжения возникающие в Ахилловом сухожилии.
2. Провести расчет ростовых деформаций для двух независимых стержней.

9.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Математические модели для описания поведения периодонтальной связки.

2. Механические параметры костной ткани.

9.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Построить математическую модель для прыжков в фигурном катании.
2. Исследовать костную ткань с помощью расчетных методов.

9.4 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 01.02.08 «Биомеханика» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Отличие задач биомеханики от задач механики для неживых систем
2. Остаточные напряжения в живых тканях
3. Закон Вольфа об адаптационной способности живых тканей

9.5 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Определить напряжение возникающее в Ахилловом сухожилии при прыжке и в состоянии покоя. Вес человека 68 кг, площадь поперечного сечения сухожилия $1,5 \text{ см}^2$, характерные размеры стопы: расстояние от сухожилия до пяточной кости 1,5", расстояние от пяточной кости до большого пальца 6", высота прыжка 61 см, интервал времени между началом прыжка и отталкиванием от грунта 0,3 с.
2. Определить с какой минимальной угловой скоростью прыгун идеально войдет в воду, совершив 1,5 оборота вокруг фронтальной оси. При совершении прыжка с 10-метровой вышки в воду, момент инерции спортсмена относительно фронтальной оси до J_1 и после J_2 распрямления соотносятся как $J_2/J_1=2,6$. Силами сопротивления пренебречь.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ТМБ».



Направление
01.06.01 Математика и механика
Программа
Биомеханика
Кафедра
Теоретической механики и биомеханики

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Дисциплина
«Биомеханика»

БИЛЕТ № 1

1. Отличие задач биомеханики от задач механики для неживых систем (*контроль знаний*)
2. Сформулировать закон Стокса (*контроль умений*)
3. Рассказать о реологических свойствах крови. Роль структуры эритроцитов и их агрегации (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Фамилия И.О.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Фамилия И.О.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|-----------|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |