

Министерство спорта Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
физической культуры»
(ФГБУ СПбНИИФК)

ПРИНЯТА
Ученым советом
ФГБУ СПбНИИФК
Протокол № 8 от «26» октября 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБУ СПбНИИФК
С.А. Воробьев
«26» октября 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ
Б1.В.ДВ.2.2 «БИОМЕХАНИКА»**

основной профессиональной образовательной программы высшего
образования – программы подготовки научно-педагогических кадров высшей
квалификации

49.06.01 – Физическая культура и спорт

Направленность (профиль) – теория и методика физического воспитания,
спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической
культуры (педагогические науки)

Форма обучения: очная

Квалификация (степень): «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Разработчик программы:
Канд.пед.наук
Новикова Н. Б.

Санкт-Петербург
2016

I. Цели и задачи дисциплины

Основной целью изучения научной дисциплины «Биомеханика» аспирантами является подготовка к сдаче кандидатского экзамена, что достигается работой по совершенствованию знаний по предмету, необходимых для осуществления профессионально ориентированной научной деятельности. На третьем этапе обучения (аспирантура) предусматривается достижение такого уровня владения предметом «Биомеханика», который позволит аспирантам успешно продолжать обучение и осуществлять научную деятельность, пользуясь навыками работы с современным биомеханическим оборудованием.

Достижению поставленной цели способствует реализация следующих задач:

- совершенствование компетенций, приобретенных в процессе обучения в аспирантуре, необходимых для самостоятельной экспериментальной работы в области биомеханики спорта, развития коммуникативной компетенции в сфере профессионально ориентированной научной деятельности (Физическая культура и спорт);
- расширение навыков работы на современных биомеханических стендах, необходимых для осуществления аспирантами профессионально ориентированной научной деятельности в соответствии с их специализацией и направлениями научной деятельности;
- формирование навыков и опыта ведения самостоятельной экспериментальной работы по совершенствованию уровня владения современными биомеханическими методами исследования двигательной деятельности человека;
- реализация приобретённых знаний и экспериментальных навыков для написания научной работы (научной статьи, диссертации) и устного представления исследования.

II. Требования к освоению содержания дисциплины

Для освоения данной дисциплины необходимы:

- навыки работы с персональным компьютером и с офисными приложениями (типа Excel);
- знания по информатике, включающие знания по высшей математике (математический анализ), статистике, механике;
- знания по анатомии (в пределах курса анатомии спортивных высших учебных заведений);
- владение английским языком, позволяющим читать специальную литературу по биомеханике выбранного спорта.

В процессе освоения данной дисциплины аспирант формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:

ПК-2 – готовность проводить научные исследования по определению эффективности различных сторон деятельности в сфере физической

культуры и спорта с использованием апробированных и инновационных методик.

ПК-3 – владение актуальными для избранного вида спорта технологиями педагогического контроля и коррекции, средствами и методами управления состоянием человека.

ПК-4 – способность проводить научный анализ результатов исследований и использовать их в практической деятельности.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- основные биомеханические методы исследования, такие как: расчет масс-инерционных характеристик сегментов тела человека, оценка кинематических, динамических электромиографических параметров движения.

Уметь:

- самостоятельно пользоваться современными биомеханическими методами исследований и программным обеспечением для расчета масс-инерционных характеристик сегментов тела человека;
- регистрация и анализ кинематических характеристик двигательных действий;
- регистрация и анализ динамических параметров двигательных действий;
- регистрация и анализ электромиографических параметров двигательных действий.

Владеть:

- знаниями, необходимыми для анализа и обработки результатов, полученных на современных биомеханических стендах.

III. Основное содержание дисциплины

Программа «Биомеханика» предназначена для аспирантов и соискателей по направлению 49.06.01 – Физическая культура и спорт

Рабочая программа составлена в соответствии с учебным планом и предназначена для аспирантов и соискателей по направленности: теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры (педагогические науки). Содержит тематику лекций, практических занятий, самостоятельной подготовки аспирантов.

Тема 1. Современные концепции, теории и методы изучения двигательных действий человека.

Роль и место биомеханики в изучении двигательных действий человека. Основные идеи теории многоуровневого построения системы управления движениями человека по Н.А. Бернштейну. Методы изучения двигательных

действий человека. Механико-математические методы изучения двигательных действий человека. Прямая и обратная задачи динамики. Системные методы изучения двигательных действий человека. Биомеханический анализ и обоснование строения двигательных действий человека. Современное состояние биомеханики и направления ее.

Тема. 2. Методики регистрации движений и двигательных возможностей человека.

Механико-математические модели тела человека. Допущения и ограничения в использовании моделей. Оптические методики исследования. Биомеханическая кино- и фотосъемка, видеосъемка. Способы обработки результатов измерений, полученных этими методиками. Электромиография. Принцип работы, область применения поверхностной электромиографии и способы ее обработки. Тарировка и оценка точности оптических и механо-электрических методик исследования движений человека. Оптико-электронные методики регистрации движений человека. Оптронные пары и Selspot. Методика поиска неисправностей при использовании биомеханических методик исследования.

Тема 3. Биомеханика двигательных качеств человека.

Биомеханика мышечного сокращения. Биомеханические свойства мышц. Механические модели мышц. Биомеханика суставов) и связочного аппарата человека. Действие мышц на костные рычаги. Методики определения морфометрических показателей мышц и их зависимость от угла в суставе. Биомеханика двусуставных мышц. Роль двусуставных мышц в энергетике движений и управлении мышечной активностью. Биомеханические факторы, влияющие на силовые способности человека. Показатели и методики измерения силовых способностей. Основы эргометрии. Явные и латентные показатели выносливости человека.

Тема 4. Методика преподавания биомеханики и спортивной метрологии.

Схема строения и принципы работы механо-электрических методик исследования. Гониометрия, спидометрия и акселерометрия. Динамометрия. Принцип работы и область применения динамометрических платформ в биомеханике. Определение кинематических характеристик ОЦМ тела человека по динамограмме. Основные этапы биомеханического обоснования строения двигательных действий человека. Метод регрессионных остатков и его применение для оценки реализационной эффективности техники спортивных движений. Интерференционная и игольчатая электромиография. Спектральная характеристика и способы обработки поверхностной электромиограммы. Оптические методики исследования. Видеосъемка. Способы обработки результатов измерений, полученных этими методиками.

Тема 5. Теория планирования эксперимента и математическая статистика.

Первичная обработка результатов измерения. Способы фильтрации помех и сглаживающие процедуры. Корреляционный анализ. Параметрические критерии проверки статистических гипотез. Регрессионный

анализ. Область применения и ограничения в его использовании. Непараметрические критерии проверки статистических гипотез и их реализация в пакетах SPSS и STATISTICA. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Закон нормального распределения. Статистические методы исследования случайных процессов. Классификация случайных процессов. Автокорреляционная и кросскорреляционная функции, плотность распределения и спектральная плотность. Быстрое преобразование Фурье. Факторный и кластерный анализ. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Частота Найквиста.

Тема 6. Биомеханика спортивных упражнений.

Двигательный аппарат человека как многозвенная система. Степени свободы и проблема избыточности в управлении мышечной активностью. Внутренняя и внешняя механическая работа при движениях человека. Теорема Кенига. Показатели устойчивости тела человека. Стабилометрия и способы обработки стабилотраграмм. Динамика скорости в циклических локомоциях. Раскладка сил на дистанции и пути экономизации двигательных действий. Способы рекуперации энергии в движениях человека. Роль энергии упругой деформации мышечно-сухожильных структур в решении этой проблемы. Биомеханика двигательных реакций. Методики измерения времени двигательных реакций в спорте. Понятие об антиципации. Механизм «хлеста» и поворотное движение кинематической цепи как целого в перемещающих действиях.

Тема 7. Биомеханика двигательных действий и контроль технической и физической подготовленности спортсмена.

Принципы управления двигательными действиями человека (программный принцип и принцип кольцевого управления). Основные причины сложности решения этой проблемы. Понятие о биомеханизмах, лежащих в основе строения двигательных действий человека. Биомеханизмы в локомоторных действиях. Управление вращательными движениями с сохранением и изменением кинетического момента.

Тема 8. Системный подход к анализу механизма взаимодействия с опорой в локомоциях.

Биомеханические требования к конструкции спортивных тренажеров. Природа сил сопротивления и их реализация в тренажерах. Полет спортивных снарядов. Динамика скорости в перемещающих движениях. Биомеханика ударных действий. Роль ударной массы и скорости рабочего звена. Способы определения ударной массы.

Типовые задания:

1. Кинематические характеристики: система отсчета расстояний и времени; пространственные характеристики; временные характеристики; пространственно-временные характеристики.
2. Вращательное движение, угловая скорость и угловое ускорение.
3. Динамические характеристики: инерционные характеристики; силовые характеристики; энергетические характеристики.

4. Закон сохранения момента импульса в центральном силовом поле.
5. Потенциальная энергия материальной точки. Механическая энергия, закон сохранения механической энергии материальной точки в поле консервативных сил.
6. Деформации растяжения и сдвига. Закон Гука.
7. Силы, действующие на тела, движущиеся в вязкой среде.
8. Понятие о двигательных качествах, их разновидность и взаимосвязь между ними.
9. Выносливость и утомление; биомеханические признаки утомления.
10. Экономичность движений как информативный показатель выносливости.
11. Биомеханические аспекты силовых, скоростно-силовых и скоростных качеств.
12. Количественные показатели, характеризующие силу и быстроту движений. Влияние усложненных экстремальных условий на проявление присущих человеку двигательных качеств.
13. Биомеханические особенности циклических и ациклических видов спорта. Особенности техники выполнения спортивных упражнений.

№	Тематика	Виды учебной нагрузки	
		Лекции, час.	Семинарские занятия, час.
1.	Современные концепции, теории и методы изучения двигательных действий человека.	2	3
2.	Методики регистрации движений и двигательных возможностей человека.	2	3
3.	Биомеханика двигательных качеств человека.	2	3
4.	Методика преподавания биомеханики и спортивной метрологии.	1	3
5.	Теория планирования эксперимента и математическая статистика.	1	3
6.	Биомеханика спортивных упражнений.	2	3
7.	Биомеханика двигательных действий и контроль технической и физической подготовленности спортсмена.	1	3
8.	Системный подход к анализу механизма взаимодействия с опорой в локомоциях.	1	3

Программой учебной дисциплины предусмотрены следующие виды учебной работы:

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	36
В том числе:	
Лекции (Л)	12
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	24
Лабораторные работы (ЛР)	

Самостоятельная работа аспиранта (СРА) (всего)	72
Вид промежуточной аттестации (зачет/зачет с оценкой/экзамен)	Зачет

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины: 108 часов (3 З.Е.)

IV. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина предусмотрена для изучения в аспирантуре в качестве дисциплины по выбору вариативной части.

V. Материально-технические условия реализации программы

Условия проведения лекций и практических занятий, об используемом оборудовании и информационных технологиях.

а) Материально-техническое обеспечение:

- компьютер;
- проектор;
- телевизор плазменный.

б) Программное обеспечение:

- Операционная система Microsoft Windows
- Антивирус Kaspersky Security Center 10
- браузер Mozilla Firefox
- офисный пакет Microsoft Office 2016
- программное обеспечение для видеоанализа Dartfish ProSuite 8.0

VI. Оценочные средства для аттестации аспиранта

По итогам прослушанного курса оценивается качество освоения содержания учебной дисциплины на основе сдачи зачета.

Критерии оценки знаний на зачете:

Оценка «зачтено» ставится, если аспирант дал развернутый, логически стройный ответ на основные и дополнительные вопросы, показал умение оперировать понятийно-категориальным аппаратом и анализировать проблемные ситуации, показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины; твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его; показал знание дополнительной литературы.

Оценка «не зачтено» ставится, если аспирант показал отрывочные не систематизированные знания, не смог самостоятельно подготовить и выстроить ответ на основные вопросы и ответить на дополнительные вопросы, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины. Оценка «не зачтено» выставляется также в том случае, если аспирант отказался отвечать, или содержание его ответа не

соответствует предъявляемым вопросам.

Вопросы к зачету:

1. Роль и место биомеханики в изучении двигательных действий человека.
2. Основные идеи теории многоуровневого построения системы управления движениями человека по Н.А. Бернштейну.
3. Методы изучения двигательных действий человека. Логико-статистические подходы в решении этой проблемы.
4. Механико-математические методы изучения двигательных действий человека. Прямая и обратная задачи динамики.
5. Системные методы изучения двигательных действий человека. Биомеханический анализ и обоснование строения двигательных действий человека.
6. Принципы управления двигательными действиями человека (программный принцип и принцип кольцевого управления). Основные причины сложности решения этой проблемы.
7. Современное состояние биомеханики и направления ее развития (медицинское, эргономическое, робототехника и т.п.).
8. Механико-математические модели тела человека. Допущения и ограничения в использовании моделей.
9. Двигательный аппарат человека как многозвенная система. Степени свободы и проблема избыточности в управлении мышечной активностью.
10. Биомеханика мышечного сокращения. Биомеханические свойства мышц. Механические модели мышц.
11. Биомеханика суставов (биомеханические особенности строения, трибология суставов) и связочного аппарата человека.
12. Действие мышц на костные рычаги. Методики определения морфометрических показателей мышц и их зависимость от угла в суставе.
13. Биомеханика двусуставных мышц. Роль двусуставных мышц в энергетике движений и управлении мышечной активностью.
14. Внутренняя и внешняя механическая работа при движениях человека. Теорема Кенига.
15. Показатели устойчивости тела человека. Стабилометрия и способы обработки стабилотраграмм.
16. Динамика скорости в циклических локомоциях. Раскладка сил на дистанции и пути экономизации двигательных действий.
17. Способы рекуперации энергии в движениях человека. Роль энергии упругой деформации мышечно-сухожильных структур в решении этой проблемы.
18. Управление вращательными движениями с сохранением и изменением кинетического момента.
19. Полет спортивных снарядов. Динамика скорости в перемещающих движениях.

20. Биомеханика ударных действий. Роль ударной массы и скорости рабочего звена. Способы определения ударной массы.

21. Биомеханические факторы, влияющие на силовые способности человека. Показатели и методики измерения силовых способностей.

22. Биомеханика двигательных реакций. Методики измерения времени двигательных реакций в спорте. Понятие об антиципации.

23. Понятие о биомеханизмах, лежащих в основе строения двигательных действий человека. Биомеханизмы в локомоторных действиях.

24. Механизм «хлеста» и поворотное движение кинематической цепи как целого в перемещающих действиях.

25. Основы эргометрии. Явные и латентные показатели выносливости человека.

26. Схема строения и принципы работы механо-электрических методик исследования. Гониометрия, спидометрия и акселерометрия.

27. Динамометрия. Принцип работы и область применения динамометрических платформ в биомеханике.

28. Оптические методики исследования. Биомеханическая кино- и фотосъемка, видеосъемка. Способы обработки результатов измерений, полученных этими методиками.

29. Электромиография. Принцип работы, область применения поверхностной электромиографии и способы ее обработки.

30. Тарировка и оценка точности оптических и механо-электрических методик исследования движений человека.

31. Оптико-электронные методики регистрации движений человека. Оптронные пары и Selspot.

32. Методика поиска неисправностей при использовании биомеханических методик исследования.

33. Первичная обработка результатов измерения. Способы фильтрации помех и сглаживающие процедуры.

34. Корреляционный анализ. Методика его применения в биомеханических исследованиях. Проблема ложных корреляций и пути ее устранения.

35. Параметрические критерии проверки статистических гипотез. Проверка статистической значимости различий средних арифметических, стандартных отклонений и коэффициентов корреляции. Влияние объема выборки на значимость различий.

36. Регрессионный анализ. Область применения и ограничения в его использовании.

37. Непараметрические критерии проверки статистических гипотез и их реализация в пакетах SPSS и STATISTICA.

38. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Область применения и разновидности (в зависимости от шкал измерения).

39. Закон нормального распределения и его роль в статистических методах обработки результатов измерений.

40. Статистические методы исследования случайных процессов. Классификация случайных процессов (стационарные и нестационарные, эргодические и неэргодические, непрерывные и кратковременные).
41. Автокорреляционная и кросскорреляционная функции, плотность распределения и спектральная плотность. Быстрое преобразование Фурье.
42. Методы многомерной статистики (факторный и кластерный анализ). Область применения и ограничения в использовании этих методов.
43. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Частота Найквиста.
44. Определение кинематических характеристик ОЦМ тела человека по динамограмме.
45. Основные этапы биомеханического обоснования строения двигательных действий человека.
46. Принципиальные различия между параметрическими и непараметрическими методами статистической обработки результатов измерений.
47. Метод регрессионных остатков и его применение для оценки реализационной эффективности техники спортивных движений.
48. Интерференционная и игольчатая электромиография. Спектральная характеристика и способы обработки поверхностной электромиограммы.
49. Оптические методики исследования. Видеосъемка. Способы обработки результатов измерений, полученных этими методиками.
50. Биомеханические требования к конструкции спортивных тренажеров. Природа сил сопротивления и их реализация в тренажерах.

VII. Учебно-методическое обеспечение программы

Рекомендуемая литература:

Основная литература:

1. Кичайкина, Н.Б. Биомеханика двигательных действий [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 49.03.01 – «Физическая культура» и 49.03.02 - «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)» / Н.Б. Кичайкина, А.В. Самсонова; НГУ ФКСЗ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург: [б. и.], 2018. - 207 с.: ил. - Режим доступа: <http://megaprolib.net/ProtectedView0101/Book/ViewBook/25147>
2. Кичайкина, Н.Б. Технические аспекты биомеханики двигательных действий с позиций системного подхода и моделирования [Текст]: учебное пособие по направлению 49.04.01 «Физическая культура» / Н.Б. Кичайкина, И.В. Космин, Г.А. Самсонов; М-во спорта Рос. Федерации; НГУ ФКСЗ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. - СПб.: [б. и.], 2017. - 97 с.: ил. - Режим доступа: <http://megaprolib.net/ProtectedView0101/Book/ViewBook/23287>
3. Математический аппарат биомеханики [Текст]: учебное пособие по направлениям 44.03.01 "Физическая культура" и 49.03.02 "Физическая

культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)" / А.Б. Яковлев [и др.]; НГУ ФКСЗ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2017. - 71 с.: ил. - Режим доступа: <http://megaprolib.net/ProtectedView0101/Book/ViewBook/23345>

4. Иванова, Г.П. Биомеханика избранного вида спорта [Текст]: учебное пособие по направлению 49.06.01 «Физическая культура и спорт», профиль подготовки - «Биомеханика» / Г.П. Иванова; Министерство спорта Российской Федерации; НГУ ФКСЗ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. - СПб.: [б. и.], 2017. - 131 с.: ил. - Режим доступа: <http://megaprolib.net/ProtectedView0101/Book/ViewBook/22218>

Дополнительная литература:

1. Барникова, И.Э. Информационные технологии в обработке анкетных данных в педагогике и биомеханике спорта [Текст]: учебное пособие для аспирантов, обучающихся по направлению 49.06.01 - "Физическая культура и спорт" / И.Э. Барникова, А.В. Самсонова; НГУ ФКСЗ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2017. - 103 с. - Режим доступа: <http://megaprolib.net/ProtectedView0101/Book/ViewBook/23422>

2. Кичайкина, Н.Б. Закономерности формирования и совершенствования систем движений [Текст]: учебное пособие по направлению 49.04.01 «Физическая культура» / Н.Б. Кичайкина, И.В. Косьмин; М-во спорта Рос. Федерации; НГУ ФКСЗ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. - СПб.: [б. и.], 2017. - 107 с.: ил. - Режим доступа: <http://megaprolib.net/ProtectedView0101/Book/ViewBook/23286>

3. Новикова Н.Б., Захаров Г.Г. Особенности современной техники лыжных ходов и методические приемы индивидуальной коррекции движений: методическое пособие. – СПб: ФГБУ СПбНИИФК, 2017. – 72 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1) Библиотека Академии наук: [информационно-аналитический ресурс]. – М., [200 -]. – Режим доступа: <http://www.rasl.ru>

2) Российский журнал биомеханики. Режим доступа: <http://vestnik.pstu.ru/biomech/about/inf>

3) Научная электронная библиотека E-Library: [информационно-аналитический ресурс]. – М., [200 -]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

4) Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки: [полнотекстовая база данных]. – М., [2003-]. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>

5) Электронно-библиотечная система издательства «Лань». – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

6) Электронный каталог Российской национальной библиотеки. – Режим доступа: <http://www.nlr.ru>

7) Американская национальная библиотека медицины и здоровья (PubMed). – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

Лист согласования и внесения изменений.

Программа «Биомеханика» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 49.06.01 Физическая культура и спорт, обсуждена на заседании Ученого Совета ФГБУ СПбНИИФК (Протокол № 8 от 26 октября 2016 г.).

Разработчик:
Новикова Н. Б., канд.пед.наук

Ноб

Согласовано:

_____ *[подпись]* Бадрак К.А., канд.пед.наук
зав.сектором ПНПКПиПК
_____ *А.Г.* Грецов А.Г., д-р пед.наук, доцент
руководитель направления подготовки
49.06.01 – физическая культура и спорт.

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

- 1) *У. Мат-тех. усл. реал. программы - программное обеспечение.*
- 2) *У. Мат-тех. усл. реал. программы - рекомендуемая лит-ра.*

Дополнения (изменения) внес: *Ноб* / *Новикова Н.Б.* /
Утверждено на заседании Ученого Совета ФГБУ СПбНИИФК
(Протокол № 8 от «25» 10 2017г.).

Согласовано:

_____ *[подпись]* Бадрак К.А., канд.пед.наук
зав.сектором ПНПКПиПК
_____ *А.Г.* Грецов А.Г., д-р пед.наук, доцент
руководитель направления подготовки
49.06.01 – физическая культура и спорт.

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

- 1) *У. Мат-тех. усл. реал. программы - программное обеспечение.*
- 2) *У. Мат-тех. усл. реал. программы - рекомендуемая лит-ра.*

Дополнения (изменения) внес: *Ноб* / *Новикова Н.Б.* /
Утверждено на заседании Ученого Совета ФГБУ СПбНИИФК
(Протокол № 10 от «24» 10 2018г.).

Согласовано:

_____ *[подпись]* Бадрак К.А., канд.пед.наук
зав.сектором ПНПКПиПК
_____ *А.Г.* Грецов А.Г., д-р пед.наук, доцент
руководитель направления подготовки
49.06.01 – физическая культура и спорт.