

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»
ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«ФЕДЕРАЦИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТА РОССИИ»

**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ
ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДЛИТЕЛЬНЫХ
ЛОКОМОЦИЯХ ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТА**

Коллективная монография

Под общей редакцией А.В. Кубеева

Москва
2025

УДК 96.6:796.015.132
ББК 75.143.3я2
Ф79

Рецензенты:

Т.Г. Фомиченко,

доктор педагогических наук, доцент, заместитель генерального директора
по научной работе ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта»

Е.Б. Мякинченко,

доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник
Лаборатории проблем спортивной подготовки Национального центра спорта
ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта»

Ф79 Формирование структуры и содержания современной системы подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта : монография / А.В. Кубеев, Е.Д. Горбунов, В.П. Черкашин, Е.А. Савенкова, А.А. Оганесян, Ю.С. Лемешева, Д.А. Горбунов, В.Л. Алякритский ; под общей редакцией А.В. Кубеева ; ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, ООО ФВСР. – Москва: ФГБУ ФНЦ ВНИИФК 2025. – 188 с.: ил.

ISBN 978-5-908075-05-3

В настоящей монографии представлены научно обоснованные рекомендации, подготовленные по итогам исследований, проведённых в 2022–2024 гг. и направленных на повышение эффективности подготовки высококвалифицированных велосипедистов к выступлению в дисциплинах шоссейного велоспорта.

На основе комплексного теоретического анализа и практико-ориентированных изысканий определены ключевые факторы, влияющие на достижение высоких спортивных результатов, а также разработана и апробирована методика мониторинга выполнения индивидуальных программ подготовки спортсменов. В монографии раскрыта структура современной системы спортивной подготовки, описаны алгоритмы распределения тренировочных воздействий в годичном макроцикле с учётом индивидуального профиля спортсмена, а также представлены подходы к интеграции мобильных цифровых устройств и отечественного программного обеспечения в систему оперативного и стратегического управления подготовки.

Предлагаемые решения ориентированы на практическое применение в работе тренеров, специалистов и спортивных организаций, обеспечивая высокую степень индивидуализации подготовки и устойчивый рост функциональных возможностей спортсменов, специализирующихся в шоссейном велоспорте.

Монография предназначена для использования в качестве методического ресурса тренерами, методистами, специалистами по подготовке спортсменов высокой квалификации в шоссейном велоспорте, а также научными сотрудниками и разработчиками цифровых решений, ориентированных на сопровождение и оптимизацию тренировочного процесса в данной дисциплине.

Фотография на обложке монографии предоставлена А.В. Кубеевым.

**УДК 96.6:796.015.132
ББК 75.143.3я2**

ISBN 978-5-908075-05-3

© Кубеев А.В., Горбунов Е.Д., Черкашин В.П.,
Савенкова Е.А., Оганесян А.А., Лемешева Ю.С.,
Горбунов Д.А., Алякритский В.Л., 2025
© ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, 2025

КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ

Александр Владимирович Кубеев – кандидат педагогических наук, доцент, начальник лаборатории инновационных спортивных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Евгений Дмитриевич Горбунов – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории инновационных спортивных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Виталий Петрович Черкашин – доктор педагогических наук, главный научный сотрудник лаборатории инновационных спортивных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Елена Алексеевна Савенкова – кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории инновационных спортивных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Арсен Арамович Оганесян – ведущий специалист лаборатории инновационных спортивных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Юлия Сергеевна Лемешева – ведущий специалист лаборатории инновационных спортивных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Дмитрий Александрович Горбунов – начальник управления информационных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Владимир Львович Алякритский – ведущий программист управления информационных технологий ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.



Уважаемые читатели, коллеги,
спортсмены и тренеры!

От имени Федерации велосипедного спорта России и от себя лично рад приветствовать вас в этой важной и актуальной монографии, посвящённой научно обоснованным рекомендациям по формированию структуры и содержания современной системы подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомотиях велосипедного спорта.

Велосипедный спорт в России имеет богатую историю и славные традиции. Мы гордимся нашими чемпионами, которые своими победами прославляют нашу страну на мировой арене. Однако для достижения новых высот необходимо постоянно совершенствовать систему подготовки, внедрять передовые научные разработки и использовать современные технологии.

Данная монография, подготовленная коллективом авторитетных ученых и специалистов, является важным шагом в этом направлении. В ней представлен глубокий анализ современных тенденций в подготовке велосипедистов, разработаны практические рекомендации по оптимизации тренировочного процесса и предложены инновационные подходы к мониторингу состояния спортсменов.

Уверен, что материалы, представленные в этой монографии, будут полезны тренерам, спортсменам, научным сотрудникам и всем, кто заинтересован в развитии велосипедного спорта в России. Надеюсь, что они помогут нам поднять уровень подготовки наших спортсменов и добиться новых побед на международных соревнованиях.

Выражаю благодарность авторам за проделанную работу и желаю всем читателям успехов в применении полученных знаний на практике!

С уважением,

Юрий Андреевич Кучерявый

Президент Федерации велосипедного спорта России

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	8
ВВЕДЕНИЕ	8
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДЛИТЕЛЬНЫХ ЛОКОМОЦИЯХ ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТА.....	14
1. О системе подготовки спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте	15
1.1. Цели спортивной подготовки, критерии постановки цели	16
1.2. О направленности движения к цели спортивной подготовки..	18
1.3. О выборе оптимального варианта целенаправленного движения к цели спортивной подготовки.....	19
1.4. Об управлении движением к цели.....	20
1.5. Внешнее и внутреннее управление движением к цели спортивной подготовки.....	23
1.6. Подготовка спортсменов высокого класса как СИСТЕМА.....	24
1.7. Заключение по разделу 1.....	27
2. О структуре системы подготовки спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте.....	28
2.1. Понятийный аппарат системы спортивной подготовки	28
2.2. Признаки и свойства системы спортивной подготовки.....	30
2.3. Тип и структура системы спортивной подготовки	32
2.4. Пояснения по элементу системы подготовки спортсменов «тренировочная нагрузка»	36
2.5. Структура сложной системы подготовки спортсменов	41
2.6. Информационная модель системы подготовки спортсменов..	44
2.7. Основные и дополнительные параметры системы подготовки спортсменов.....	48
3. О содержании системы подготовки спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте.....	52
3.1. Отбор и спортивная ориентация в системе подготовки спортсменов.....	52

3.1.1. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки уровня ОФП	53
3.1.2. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки уровня СФП.....	59
3.1.3. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки физического развития в стандартных тестированиях.....	76
3.1.4. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки уровня СФП в гонках.....	81
3.1.5. Научно обоснованные рекомендации по 3.1.....	84
3.2. Целенаправленный тренировочный процесс в современной теории и практике подготовки высококвалифицированных спортсменов.....	85
3.2.1. Параметр физической работы «время СПУ»	86
3.2.2. Параметр физической работы «градиент дистанции»... ..	92
3.2.3. Параметр физической работы «скорость передвижения»	97
3.2.4. Научно обоснованные рекомендации по основным параметрам физической подготовки для современной системы подготовки мужчин в велосипедном спорте – шоссе с учётом возрастных особенностей	101
3.2.5. К уточнению понятий «тренировочная нагрузка» и «устойчивость к тренировочной нагрузке».....	103
3.2.6. Научно обоснованные рекомендации по основным параметрам физической подготовки для современной системы подготовки женщин в велосипедном спорте – шоссе с учётом возрастных особенностей	110
3.2.7. Научно обоснованные рекомендации по выбору и использованию оптимальных параметров частоты педалирования в современной системе подготовки спортсменов по велосипедному спорту – шоссе	118
3.2.8. Научно обоснованные рекомендации по выбору и использованию оптимальных параметров циклической структуры тренировочного процесса в современной системе подготовки спортсменов по велосипедному спорту – шоссе.....	122
3.2.9. Заключение по разделу 3.2.....	135

3.3. Мониторинг в системе подготовки спортсменов	136
3.3.1. Характеристика параметров методики мониторинга подготовки спортсменов.....	136
3.3.2. Методы планирования внешних и внутренних факторов тренировочных нагрузок, восстановительных и иных мероприятий организации тренировочного процесса и целевых показателей методики мониторинга подготовки спортсменов.....	151
3.3.3. Методы сбора, обработки и анализа данных мониторинга спортивной подготовки.....	158
3.3.4. Заключение по разделу 3.3.....	163
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	165
ПРИЛОЖЕНИЕ А Форма «Профиль спортсмена».....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Форма «Цель и задачи индивидуальной программы подготовки спортсмена на спортивный сезон»	182
ПРИЛОЖЕНИЕ В Форма «Ключевые характеристики и параметры спортивной подготовки в годичном макроцикле ИППС»	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Форма «Структура и содержание специальной физической подготовки в годичном макроцикле (по этапам)»	184
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	185

ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография подготовлена по итогам выполнения научно-исследовательской работы «Исследование структуры и содержания системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта», реализованной в 2022–2024 годах в рамках государственного задания ФГБУ «ФНЦ ВНИИФК» (номер по государственному заданию: № 777-00036-23-01, код темы НИР: № 001-22/2).

Тематика и техническое задание на выполнение работы были инициированы по заявке Общероссийской общественной организации «Федерация велосипедного спорта России» в целях научного обеспечения подготовки национальной сборной команды Российской Федерации и создания современной системы управления индивидуальными программами подготовки спортсменов в дисциплинах с преобладанием длительных локомоций.

Результаты, представленные в монографии, базируются на широком теоретическом анализе, а также на обобщении уникального массива практических данных, полученных в ходе многолетнего наблюдения за тренировочным процессом спортсменов высокого уровня. В практической части исследований приняли участие члены сборной команды Российской Федерации по велоспорту-шоссе и велоспорту-маунтинбайк, а также представители сборных команд субъектов РФ – Республики Адыгея, городов Москвы и Санкт-Петербурга, Московской, Иркутской и Омской областей. Их вовлечённость в реализацию проекта позволила собрать обширный массив данных о параметрах тренировочных нагрузок, уровне функциональной готовности, соревновательной активности и адаптационных реакциях, что стало основой для разработки эффективной методики мониторинга выполнения индивидуальной программы подготовки спортсмена (ИППС).

Авторский коллектив выражает глубокую признательность всем спортсменам, тренерам и специалистам по велоспорту, внёсшим весомый вклад в проведение исследования, а также благодарит партнёрские организации за организационную и методическую поддержку, в том числе:

- АНО «Инновационный центр Олимпийского комитета России» (генеральный директор А.А. Грушин),
- РОО «Федерация велосипедного спорта Республики Адыгея» (председатель А.Ф. Лелюк),

- Институт физической культуры и дзюдо ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» (директор Р.А. Ахтаов),
- кафедру физического воспитания АГУ (руководитель А.Г. Заболотный),
- Региональный центр выявления и поддержки одарённых детей «Полярис-Адыгея» (руководитель Р.Н. Чумаков),
- ГБОУ ДО РА «Спортивная школа олимпийского резерва по велосипедному спорту» (и.о. директора Ю.Б. Бибов).

Сотрудничество между профильными организациями, использование передового тренерского опыта и внедрение цифровых технологий в мониторинг подготовки позволили разработать обоснованные рекомендации для улучшения тренировочного процесса спортсменов высокого класса в российском шоссейном велоспорте.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка научно обоснованных рекомендаций по формированию структуры и содержания современной системы подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта осуществлялась по результатам выполнения в 2022–2024 годах ФГБУ ФНЦ ВНИИФК научно-исследовательской работы «Исследование структуры и содержания системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта».

В рамках первого этапа НИР «Теоретико-методические основы разработки методики мониторинга внешних и внутренних факторов тренировочных нагрузок, восстановительных и иных мероприятий тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта» были выявлены современные подходы к подготовке спортсменов высокого уровня. Определены ключевые тенденции в применении прогрессивных методик, направленных на оптимизацию тренировочного процесса в дисциплинах, требующих значительной выносливости.

Анализ протоколов соревнований по различным видам велосипедного спорта, относящимся к длительным локомоциям, позволил выявить динамику роста спортивной результативности у ведущих атлетов. Ежегодный прирост результатов за последние 20 лет составляет 0,2–0,4 % в шоссейном и трековом велоспорте и до 1,4 % в маунтинбайке, что связано с улучшением технического оснащения и повышением функциональной подготовленности. Определены основные параметры тренировочного процесса, способствующие максимальному приросту спортивных показателей. Полученные результаты создают прочную теоретико-методическую основу для последующей разработки методики мониторинга, направленного на поддержку и развитие функциональных возможностей спортсменов высокого класса (СВК) в условиях интенсивных физических нагрузок.

Общеизвестно, что эффективная многолетняя подготовка спортсменов высокой квалификации основана на точном соблюдении баланса между ключевыми параметрами тренировочной нагрузки, уровнем соревновательной активности и полнотой восстановительных мероприятий, охватывающих физиотерапевтическое сопровождение, а также рационально выстроенную систему общего и специализированного спортивного питания.

Основные тенденции современной системы подготовки СВК базируются на применении следующих правил:

- следование структурному делению системы подготовки спортсменов (ПС) на подсистемы: тренировочный процесс, соревновательная деятельность и внешние факторы;
- соблюдение принципов управления системой: целевая направленность, взаимосвязь между подсистемами, последовательность крупных фаз подготовки, а также интеграция с системой диагностики и контроля;
- применение научных подходов: управление ПС основывается на знаниях о механизмах утомления, суперкомпенсации, а также на оценке адаптации организма спортсмена, что требует включения мониторинга динамики его состояния – уровня специальной подготовленности в систему ПС;
- использование прямых и производных ключевых параметров для мониторинга: антропометрических, технических (частота, мощность педалирования), физиологических (частота пульса, дыхание, уровень лактата) и расчётных показателей внутренней реакции организма;
- автоматизация сбора и обработки данных и методов расчёта нагрузки;
- индивидуализация программ подготовки;
- использование непрерывного мониторинга на основе применения различных мобильных устройств сбора данных в единую индивидуализированную базу данных.

В ходе решения задач этапа была выявлена проблема цифрового разрыва в отечественной системе ПС, заключающегося в следующем. Передовые тенденции в подготовке зарубежных спортсменов высокого уровня включают комплексный мониторинг компонентов тренировочного процесса, необходимый для поддержания баланса между тренировками и восстановлением. Этот подход позволяет не только оптимизировать нагрузку, но и управлять состоянием здоровья и функциональных систем спортсмена. Использование высокотехнологичных мобильных устройств сбора данных, таких как Garmin, Polar, SRM и других, оснащённых измерителями частоты пульса, мощности, частоты педалирования и системами геопозиционирования, стало неотъемлемой частью ПС. Вместе с тем отсутствие российских аналогов подобного оборудования и программного обеспечения (ПО) актуализирует их разработку для создания единой информационной базы, которая позволит осуществлять мониторинг и анализ данных по

тренировочным нагрузкам, восстановительным мероприятиям и ключевым параметрам эффективности тренировочного процесса наших гонщиков.

В целом исследованием была подтверждена необходимость разработки методики мониторинга спортивной подготовки российских велосипедистов, обеспечивающей стабильное и безопасное хранение данных, а также их углублённый анализ для оптимизации тренировочного процесса.

На втором этапе НИР «Практико-ориентированные исследования по систематизации данных о тренировочном процессе спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта» проведён углублённый анализ тренировочного процесса, в ходе которого выявлены ключевые факторы, влияющие на эффективность подготовки спортсменов. Среди них выделены факторы, определяющие особенности распределения физических нагрузок, восстановительных мероприятий и контрольных тестирований в циклической структуре годичного макроцикла подготовки, а также влияние внешних условий (климат, рельеф трасс, высотные тренировки). Установлено, что соблюдение оптимального соотношения этих компонентов позволяет поддерживать высокие спортивные результаты на протяжении всего соревновательного сезона.

Особое внимание было уделено изучению взаимосвязей между основными параметрами тренировок, такими как объём и интенсивность тренировочной нагрузки, частота пульса, мощность педалирования, скорость потребления кислорода, и текущим уровнем спортивных достижений в различных дисциплинах велоспорта. Эти данные позволили разработать критерии оценки эффективности отдельных фаз годичного тренировочного цикла и выявить моменты, требующие корректировок для повышения результатов.

На основе собранных данных разработана методика мониторинга, которая учитывает широкий спектр внешних и внутренних факторов, влияющих на продуктивность тренировок и восстановления. Она позволяет корректно контролировать тренировочные нагрузки и их распределение по циклам, отслеживать реакцию организма спортсмена, в том числе его восстановительные показатели, и оперативно вносить корректировки в программу подготовки. Внедрение данной методики оптимизирует управление тренировкой, помогая адаптировать нагрузки под индивидуальный профиль спортсмена, что повышает общую эффективность ПС.

Для эффективного мониторинга тренировочного процесса определены и выделены следующие основные параметры: длина пути, время тренировки, набор высоты, частота сердечных сокращений, частота педалирования и мощность. Они представляют первичные показатели, чрезвычайно важные для анализа динамики ПС и отслеживания уровня тренированности. Также в систему мониторинга включены показатели, отражающие текущее состояние организма и реакцию на нагрузки, в том числе объективные и субъективные данные самоконтроля.

На третьем этапе НИР решена задача определения ключевых параметров структуры и содержания современной системы подготовки велосипедистов высокого класса, специализирующихся в длительных локомоциях велоспорта. Одним из важнейших факторов стало выявление и учёт генетической предрасположенности к выносливости, что даёт возможность на этапе отбора и начальной подготовки выявлять спортсменов с высоким потенциалом. В этой связи были разработаны методы и критерии определения такой предрасположенности, которые могут применяться в стандартных лабораторных и полевых условиях для спортсменов в юношеском возрасте.

Тренировочный процесс в длительных дисциплинах велоспорта должен быть организован с акцентом на развитие функциональных систем организма, работающих в аэробном и смешанном аэробно-анаэробном режимах. Это помогает спортсменам оптимально использовать свои физиологические ресурсы при длительных нагрузках. Важное значение имеет тщательное планирование тренировочных нагрузок, цикличность тренировочного процесса и своевременное проведение восстановительных мероприятий как обязательного элемента в структуре современной системы ПС, что позволяет эффективно распределять нагрузки в течение сезона.

Результаты исследований, проведённых на всех трёх этапах НИР, позволили сформировать научно обоснованные рекомендации по формированию структуры и содержания современной системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта, представленные далее.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДЛИТЕЛЬНЫХ ЛОКОМОЦИЯХ ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТА

Формирование системы подготовки велосипедистов высокого класса требует структурного подхода, учитывающего ключевые аспекты спортивной науки и методологии.

Понятие «спортивная подготовка» (СП) включает как процесс, так и совокупность средств и методов для достижения оптимальной готовности спортсмена. Термины «подготовка спортсменов» и «система спортивной подготовки» имеют во многом идентичный смысл и описываются в ряде научных трудов [1]–[14]. Разнообразие различных определений спортивной подготовки, которые внешне похожи, но всё-таки различаются, ясно демонстрирует, что за более чем 60 лет развития теории и методики спортивной тренировки российскими специалистами не удалось выработать единое понимание этого термина. Основные определения термина «спортивная подготовка» можно сгруппировать в три смысловые группы:

- 1) спортивная подготовка как процесс;
- 2) спортивная подготовка как совокупность элементов;
- 3) спортивная подготовка как процесс использования совокупности знаний, средств, методов, форм, условий и т.д.

Совокупность всех известных определений спортивной подготовки невольно относит нас к словам Энгельса Ф.: «Определения не имеют значения для науки, потому что они всегда оказываются неудовлетворительными. Единственным реальным определением оказывается развитие самой сути дела, и оно уже не есть определение. <...> Но для практического применения краткое указание наиболее общих и в то же время наиболее характерных отличительных признаков в так называемом определении часто бывает полезно и даже необходимо, и оно не может вредить, если только от него не требуют, чтобы оно давало больше, чем оно может выражать.» [15].

Законодательное определение спортивной подготовки трактует её как учебно-тренировочный процесс, направленный на физическое развитие и совершенствование спортивного мастерства [16].

В этом определении система спортивной подготовки включает три категории элементов:

- 1) нормативные акты (стандарты спортивной подготовки, образовательные программы);
- 2) государственные органы и организации (физкультурно-спортивные, медицинские и научные учреждения);
- 3) физические лица (тренеры, иные специалисты, спортсмены).

Важно отметить, что структура системы спортивной подготовки в ФЗ-329 отличается от научных подходов, что подчёркивает многогранность её трактовки. Как и в других науках, развитие системы спортивной подготовки требует чёткого определения ключевых понятий. Перед переходом к изложению научно обоснованных рекомендаций важно уточнить значение основных терминов для обеспечения согласованного подхода.

1. О системе подготовки спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте

Ключевые аспекты позиционирования спортивной подготовки в рамках общей теории систем и управления охватывают несколько ключевых направлений:

- определение сферы применения понятия «спортивная подготовка», которое в рамках данного исследования ограничено спортом высших достижений, ориентированным на достижение высоких результатов спортсменами высокого класса (имеющими звания и участвующими во всероссийских и международных соревнованиях). Объектом исследования являются велосипедисты, специализирующиеся на дисциплинах, относящихся к «длительным локомоциям» – упражнениям с критической мощностью и временем работы от пяти минут [17];
- принцип индивидуального подхода, на котором базируется подготовка спортсменов высокого класса, и который определяет индивидуальный характер всех рекомендаций;
- постановка ключевых вопросов о структуре и содержании спортивной подготовки:

- 1) Есть ли у неё цель?
- 2) Происходит ли целенаправленное движение к цели?
- 3) Управляется ли это движение, и если да, то из внутреннего контура или внешнего?

4) Является ли спортивная подготовка системой?

Проанализируем данные ключевые вопросы по существу и в предложенной выше логической последовательности.

1.1. Цели спортивной подготовки, критерии постановки цели

Цель спортивной подготовки для спортсменов высокого класса чаще всего формулируется как оптимальная степень готовности к достижению высоких результатов. Тем не менее, многие из таких формулировок остаются общими и нуждаются в конкретизации.

Согласно Большой российской энциклопедии, цель – это осознанный образ предвосхищаемого результата, на который направлены действия системы [18].

Для упрощения процесса постановки целей в различных сферах деятельности рекомендуется использовать технологию SMART, широко применяемую в управлении проектами [19]. SMART предполагает, что цель должна быть:

- конкретной (Specific): направленной на улучшение определённой области;
- измеримой (Measurable): имеющей количественные критерии;
- назначаемой (Assignable): определяющей ответственного за достижение;
- реалистичной (Realistic): учитывающей доступные ресурсы;
- ограниченной по времени (Time-related): имеющей сроки выполнения.

Применение технологии SMART в спортивной подготовке может помочь тренеру формулировать цели для конкретного спортсмена. Для определения цели рекомендуется ответить на следующие вопросы:

- что нужно улучшить? (например, результаты соревнований, уровень подготовленности);
- как и чем измерить результат? (например, протокол соревнований, показатели тестирования);
- кто отвечает за достижение цели?
- насколько достаточны ресурсы для достижения цели?
- каков конкретный срок достижения цели?

Рекомендуются как примеры SMART-целей на следующий год (сезон) для условного спортсмена X:

- занять 1–3 место в многодневной гонке на чемпионате России 10 – 20 сентября (результат прошлого сезона – 7 место);
- достичь индекса CRP 850 пунктов в индивидуальной гонке на время на чемпионате России 20 июня (прошлый результат – 813);
- показать мощность педалирования 350 Вт в тесте на велоэргометре по окончании специально-подготовительного этапа (30 апреля) (прошлый результат – 314 Вт);
- достичь 750 баллов по таблице ФССП к 30 января – сроку окончания общеподготовительного этапа (прошлый результат – 674 балла).

Перечисленные примеры целей отвечают критериям SMART, такие цели могут быть использованы в спортивной практике.

Ответственность за достижение этих целей несёт спортсмен, так как успех зависит от его усилий в рамках индивидуального плана спортивной подготовки, разработанного тренером. Тренер, в свою очередь, отвечает за профессиональную разработку и руководство реализацией программы, опираясь на доступные ресурсы.

Таким образом, включение индивидуальной программы подготовки в качестве неотъемлемого компонента системы подготовки спортсменов высокой квалификации в дисциплинах с длительными локомоциями предопределяет необходимость целеполагания как исходного условия для её разработки. Отсутствие чётко сформулированных целей лишает процесс подготовки системности, делает его трудно поддающимся контролю и снижает предсказуемость спортивного результата, тем самым нарушая принципы научной обоснованности и управляемости тренировочного процесса.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется начинать разработку индивидуальной программы подготовки с постановки чётких целей, которые будут определять весь ход тренировочного процесса. Цели можно формулировать по принципу SMART:

- конкретные – указывать, чего именно требуется достичь (например, «улучшить результат в индивидуальной гонке на 10 км»);
- измеримые – выражаться в числовых показателях (например, «повысить FTP до 300 Вт»);
- достижимые – соответствовать текущему уровню подготовки спортсмена;
- актуальные – быть значимыми для этапа подготовки и задач сезона;
- ограниченные по времени – иметь точный срок реализации (например, «за 8 недель»).

Такая структура целеполагания обеспечивает логичное планирование, контроль динамики подготовки и корректировку тренировочного процесса в нужный момент.

1.2. О направленности движения к цели спортивной подготовки

Цель может быть определена на основе выбранных критериев (например, с применением технологии SMART), но важно уточнить, как обеспечить направленность движения к ней.

В условиях многовариантности подготовки спортсменов любое решение несёт элемент неопределённости. Здесь уместна аналогия: тренер подобно водителю прокладывает для спортсмена «маршрут» к цели и выбирает оптимальный путь.

Сложность задачи для тренера возрастает из-за множества доступных вариантов. Хотя федеральные стандарты спортивной подготовки могут ограничивать выбор, остаётся большое количество альтернатив. Тем не менее, разработка детализированной индивидуальной программы подготовки спортсмена (ИППС) обязательна, поскольку в ней должны быть определены ключевые параметры «движения» спортсмена к цели.

Уровень детализации ИППС зависит от глубины планирования (сезон, цикл, отдельное занятие), знаний тренера о состоянии и спортивном потенциале спортсмена, его профессиональной компетентности. Важную роль в разработке ИППС также играют внутренняя дисциплина и мотивация тренера.

▲ Научно обоснованная рекомендация. При организации спортивной подготовки рекомендуется чётко формулировать направленность достижения цели как основополагающий ориентир всего тренировочного процесса. Целенаправленность подготовки должна определяться:

- полнотой и обоснованностью сформулированных задач,
- степенью детализации целевых параметров индивидуальной программы подготовки спортсмена (ИППС),
- соответствием этих параметров возрастным, функциональным и психофизическим возможностям спортсмена,
- глубиной планирования (период, этап, мезоцикл, микроцикл).

Только при соблюдении этих условий возможно построение логичной, управляемой и результативной индивидуальной траектории подготовки спортсмена высокой квалификации.

1.3. О выборе оптимального варианта целенаправленного движения к цели спортивной подготовки

В предыдущих частях раздела отмечалось, что спортивная подготовка должна иметь чёткую цель, а движение к ней быть целенаправленным, зафиксированным в ИППС. Оптимальный путь в достижении этой цели должен быть выбран из множества возможных вариантов. Здесь возникает проблема выбора.

Очевидно, что такой выбор можно осуществить только на основе сравнения двух альтернативных подходов к организации подготовки.

Первый подход предполагает экспериментальное сравнение различных реальных программ подготовки, однако он не подходит для каждого спортсмена, поскольку каждый человек уникален и находится в постоянном развитии. Кроме того, некорректное проектирование индивидуальной программы, без учёта здоровья и возрастных особенностей, может привести к ухудшению здоровья спортсмена и преждевременному завершению карьеры.

Таким образом, основная задача состоит в определении оптимальных параметров тренировочной траектории ещё до её начала, поскольку корректировка уже запущенного процесса зачастую малоэффективна и запаздывает. Иначе управление тренировкой сведётся к исправлению допущенных ранее ошибок.

В данной ситуации более эффективен второй подход – проектирование траектории развития спортсмена на основе математических моделей функциональных систем организма, которые обеспечивают и поддерживают высокий уровень соревновательных результатов. Эти модели позволяют заранее спрогнозировать и оценить оптимальный путь достижения цели.

▲ Научно обоснованная рекомендация. При проектировании индивидуальной программы спортивной подготовки рекомендуется заранее задавать значения ключевых параметров тренировочного процесса (т.е. выстраивать индивидуальную траекторию развития спортсмена) на основе сравнительного анализа различных математических моделей его прогрессии и выбора наилучшей из них.

Проектирование таких моделей должно основываться на:

- актуальных данных о функциональном состоянии спортсмена;
- уровнях его общей и специальной физической подготовленности;

– целевых показателях прироста ключевых физиологических и двигательных параметров.

Применение данного подхода позволяет обеспечить научную обоснованность планирования и повысить точность прогнозирования результата.

1.4. Об управлении движением к цели

Из множества определений термина «управление» остановимся на следующем: это «процесс целенаправленного воздействия на систему, обеспечивающий повышение её организованности и достижение полезного эффекта» [20]. Применим этот подход к управлению в спортивной подготовке.

В системе спортивной подготовки взаимодействуют два ключевых участника: спортсмен, осваивающий индивидуальную программу спортивной подготовки, и тренер, управляющий этим процессом. Тренер через механизм программы руководит движением спортсмена к цели. Таким образом, спортсмен выступает в роли объекта управления, а тренер – в роли управляющего субъекта. Даже если спортсмен сам себе тренер, функции «спортсмена» и «тренера» остаются специфичными.

Это разделение ролей обосновано необходимостью контролировать и корректировать движение спортсмена к цели. Управление подготовкой предполагает, что тренер обязан обладать навыками сбора, систематизации и анализа данных, а также принимать решения на их основе, формулировать корректирующие воздействия и доносить их до спортсмена. Степень важности этого управления подчёркивается детализированным описанием обязанностей тренера в профессиональном стандарте «тренер» [21].

Вся деятельность тренера должна основываться на разработанной программе подготовки спортсмена, определяющей траекторию движения к цели через конкретные параметры тренировочного процесса и промежуточные целевые показатели. Каждый параметр (например, объём специально-подготовительных упражнений в подготовительном периоде макроцикла – 500 часов) и показатель (например, мощность педалирования в тесте – 320 Вт) включают допустимые отклонения (например, 3 %), образующие диапазон фактического отклонения от программы (485–515 часов и 310–330 Вт соответственно)

и допускающие корректировку без критического влияния на конечную цель подготовки.

Схематическое изображение диапазона допустимых значений целенаправленного движения спортсмена в годичном макроцикле спортивной подготовки на примере целевого показателя «мощность педалирования в тесте» представлено на рисунке 1.

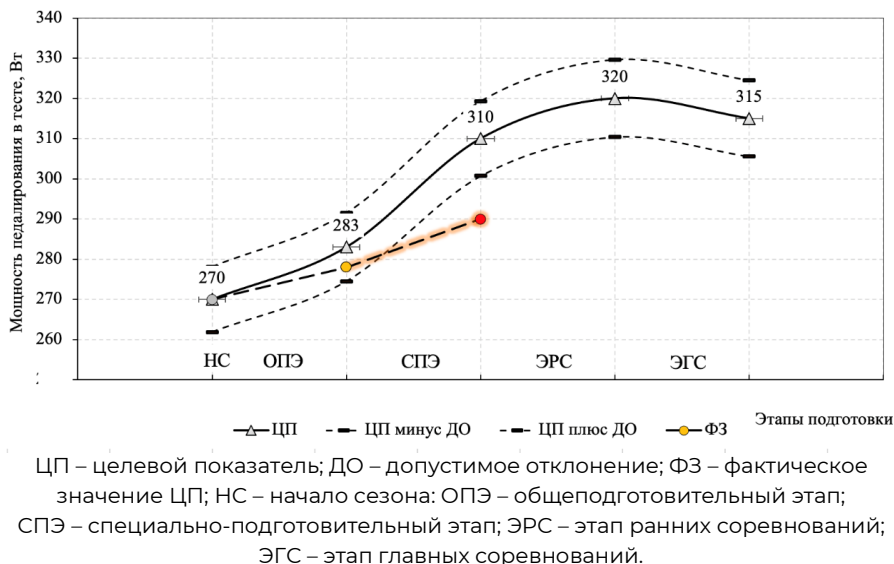


Рисунок 1 – Схематическое изображение диапазона допустимых значений целенаправленного движения спортивной подготовки на примере целевого показателя «мощность педалирования в тесте»

На рисунке 1 видно, что по окончании общеподготовительного этапа фактическое значение целевого показателя (мощность педалирования в тесте по результатам ЭКО) оказалось ниже заданного, но с отклонением всего на 1,8 %, что остаётся в пределах допустимого диапазона. В этом случае снижение целевого показателя требует наблюдения, но не корректировки параметров индивидуальной программы спортивной подготовки. После специально-подготовительного этапа отклонение целевого показателя уже составило 6,5 %, что выходит за нижний предел допустимых значений. Здесь возникает необходимость вмешательства: требуется собрать фактические данные о выполнении ИППС, провести анализ и разработать корректирующие меры.

Вывод из приведённого примера на рисунке 1 очевиден: тренировочная нагрузка в подготовительный период была не выполнена, и спортсмен не достиг целевых показателей, что делает спортивный сезон для него фактически потерянным. Причины такой ситуации могут быть различными, например:

- несоответствующие тренировочные нагрузки: спортсмен мог выполнять нагрузки, отличные от предписанных программой, – в этом случае необходимо выяснить причины отклонения и устранить их;

- недостаточное внимание к восстановлению: спортсмен мог пренебречь мероприятиями ИППС, направленными на отдых и восстановление организма, – решение этой проблемы требует усиленного контроля над восстановительными и реабилитационными мероприятиями, включая полноценное питание;

- непрофессионально составленная программа: если программа составлена без учёта особенностей и уровня подготовленности спортсмена, это указывает на необходимость повышения квалификации тренера, особенно в области планирования и анализа подготовки спортсменов высокого уровня;

- невнимание к внешним факторам: тренер мог не учесть влияния природных, географических, метеорологических и других внешних факторов в период выполнения ИППС, – в этом случае необходимо предусмотреть более точные прогнозы и учёт внешних условий при планировании.

В любом случае пример на рисунке 1 показывает, что ожидать прогресса в спортивных результатах от выполнения этой ИППС не следует. Если спортсмен в предстоящем сезоне покажет улучшение, это будет скорее результатом случайных факторов, не связанных с программой тренировок и восстановительных мероприятий, а значит, повышение спортивной формы произошло хаотично, без управляемого воздействия со стороны тренера.

Особенно это актуально для взрослых спортсменов высокого уровня: «провал» в подготовительном периоде почти гарантированно приводит к снижению результатов в сезоне. Даже если на второстепенных соревнованиях будут достигнуты отдельные высокие результаты, их невозможно спрогнозировать или систематически поддерживать, что лишает их ценности для общего процесса управления подготовкой.

Анализ данного примера приводит к следующему выводу: чем чаще сверяются фактические и заданные значения целевого показателя

ИППС, тем более управляемым становится процесс подготовки – появляется возможность удерживать «траекторию движения» спортсмена максимально близко к запрограммированной.

В связи с этим возникает вопрос: как часто следует проводить контрольные мероприятия? Сравнительный анализ результатов контроля по окончании этапов годичного макроцикла подготовки позволяет получить актуальную информацию, необходимую и достаточную для корректировки процесса подготовки. Основным целевым показателем уровня СФП для спортсменов, занимающихся длительными локомоциями, является «средняя мощность педалирования, максимально возможная за 20 минут». В качестве дополнительных показателей могут выступать «скорость потребления кислорода» (абсолютная, средняя, максимально возможная) и «лёгочная вентиляция».

▲ Научно обоснованная рекомендация. Управление движением к цели спортивной подготовки и целенаправленным развитием уровня подготовленности спортсменов высокого класса требует регулярного измерения и фиксации:

- ключевых параметров: а) внешней стороны физической работы, б) реакции организма спортсмена на нагрузку, в) условий внешней среды при каждом выполнении физической работы (тренировочное занятие или соревнование);
- целевых показателей уровня специальной физической подготовленности с частотой один раз в месяц или по завершении мезоцикла подготовки.

Для контрольных мероприятий рекомендуется использовать упражнение специального характера с предельной продолжительностью 20 минут, например тест на велоэргометре (предпочтительно) или контрольную тренировку в формате «индивидуальная гонка на время» с расчётом показателя FTP.

При отсутствии условий для измерения этих параметров рекомендуется проводить контрольные тренировки также в течение 20 минут с расчётом индекса специальной подготовленности CRP.

1.5. Внешнее и внутреннее управление движением к цели спортивной подготовки

В зависимости от того, какое воздействие определяет траекторию движения системы, выделяют внешнее и внутреннее управление.

При рассмотрении подготовки спортсмена как единой системы управления, включающей управляющий и управляемый компоненты – тренера и спортсмена, – указания тренера представляют собой внутреннее управление движением к цели. Напротив, указания, исходящие не от тренера, будут рассматриваться как внешнее управление. Также внешние воздействия на тренировочный процесс могут включать влияние факторов окружающей среды, таких как климатические, географические, высотные, социологические, экономические и материально-технические условия.

Внешние воздействия на спортсмена могут существенно повлиять на эффективность достижения цели подготовки. Под эффективностью здесь подразумевается способность тренировочного процесса, направленного на конкретный цикл подготовки, приспособляться к целям индивидуальной программы.

Если тренер как управляющая система учитывает внешние сигналы и корректирует ИППС, управление процессом сохраняется даже при внешних воздействиях. Такая ситуация возникает, например, при резком ухудшении погодных условий во время велосипедной тренировки (холод, дождь и т. д.) или изменении планов команды относительно участия в соревнованиях. В этих случаях тренер должен проанализировать условия и принять решения, чтобы сохранить параметры траектории подготовки.

Однако если тренер игнорирует внешние сигналы, управление ходом спортивной подготовки теряется, и успех становится следствием случайного влияния множества факторов.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется одновременно выявлять внешние факторы, способные повлиять на реализацию индивидуальной программы спортивной подготовки, и учитывать их прогнозируемое воздействие. Такой подход позволяет повысить управляемость процесса и максимально приблизить достижение цели к запланированным срокам и параметрам.

1.6. Подготовка спортсменов высокого класса как СИСТЕМА

Материалы, изложенные в предыдущих частях этого подраздела, уже дали ответ на вопрос: «Является ли спортивная подготовка спортсменов высокой квалификации системой?». Ответ на него можно дать только в бинарной форме: «да, является» – то есть «1», или «нет,

не является» – то есть «0». В данном случае бинарная система означает, что невозможно утверждение: «я тренер, и моя работа со спортсменом является системой только в некоторых аспектах». Либо спортивная подготовка – это система со всеми её атрибутами, либо – не система вообще.

Спортивная подготовка – сложный объект, который следует изучать системно, то есть рассматривать его как систему, имеющую чёткие структурные и функциональные связи. Исследователю этого объекта (будь то тренер, спортсмен, член научной группы и т.д.) необходимо ответить на следующие вопросы.

- Знаете ли Вы состав вашей системы спортивной подготовки? Можете ли выделить её составные элементы и подсистемы?

- Понимаете ли Вы структуру и внутренние связи системы спортивной подготовки? Можете ли определить зависимости между её элементами?

- Ясны ли Вам функции каждого элемента системы СП? Можете ли Вы выделить их функции и понять, как они влияют на достижение цели?

- Определена ли главная цель Вашей системы СП и подцели её элементов? Можете ли Вы согласовать эти цели между собой?

- Знаете ли Вы, какие ресурсы требуются для функционирования системы СП? Можете ли определить их виды, объём и сроки использования?

- Понимаете ли Вы качественные характеристики системы СП, которые поддерживают её целостность и надёжность? Можете оценить их тип, устойчивость и действие во времени?

- Осознаёте ли Вы внешние связи системы СП с другими системами и окружающей средой? Можете ли Вы определить эти внешние системы и их возможное влияние?

- Владеете ли Вы динамикой поведения и развития Вашей системы СП? Можете ли выделить условия её возникновения, пройденные этапы, текущее состояние и перспективы развития?

Для того чтобы спортивную подготовку, осуществляемую конкретным тренером по отношению к конкретному спортсмену, можно было считать системой, ответы на все вышеперечисленные вопросы должны быть положительными, то есть «Да» (или «1»). Если хотя бы на один из вопросов ответ будет «Нет» (или «0»), данная спортивная подготовка не может быть отнесена к категории «система».

В этом случае научно обоснованная рекомендация заключается в следующем: оценку эффективности деятельности тренера по подготовке

спортсмена высокой квалификации к соревнованиям следует проводить с использованием принципов системного подхода. С этой целью можно рекомендовать анкету, представленную в таблице 1.

Таблица 1 – Анкетная форма для тренеров «Оценка Вашей деятельности по спортивной подготовке с позиции системного подхода»

Аспект системного подхода	Вопрос: «Знаете ли Вы...»	Ответ («Да» или «Нет»)	Вопрос: «Можете выделить...»	Перечислите их
Системно-компонентный	...состав реализуемой Вами системы СП?		...её составные части (элементы, подсистемы)?	1).. 2).. 3)...
Системно-структурный	...структуру и строение Вашей системы СП?		...её внутренние связи и зависимости между элементами?	1).. 2).. 3).. ...
Системно-функциональный	...функции и функциональные связи элементов Вашей системы СП?		...функции, для выполнения которых созданы и существуют её элементы и их влияние на достижение цели системы СП?	1).. 2).. 3).. ...
Системно-целевой	...главную цель Вашей системы СП и подцели её элементов?		...эти цели и их взаимную увязку?	1).. 2).. 3)...
Системно-ресурсный	...ресурсное обеспечение, требуемое для функционирования Вашей системы СП?		...его виды, количество, сроки?	1).. 2).. 3).. ...
Системно-интеграционный	...качественные свойства Вашей системы СП, обеспечивающих её целостность и особенность функционирования?		...их тип, обоснованность, надёжность, устойчивость, действие во времени?	1).. 2).. 3).. ...
Системно-ситуационный	...о внешних связях Вашей системы СП с другими системами, а по сути – с окружающей средой?		...эти системы, их тип, возможное влияние на Вашу систему СП?	1).. 2).. 3).. ...
Системно-эволюционный	...динамику поведения и развития Вашей системы СП?		...условия её возникновения, пройденные ею этапы, современное состояние, а также возможные перспективы развития?	1).. 2).. 3).. ...

Количество положительных ответов и степень полноты заполнения анкеты будут свидетельствовать, во-первых, о понимании тренером системного характера своей профессиональной деятельности по подготовке спортсменов, а во-вторых, о возможности квалифицировать эту деятельность как полноценную «систему».

1.7. Заключение по разделу 1

Спортивная подготовка высококвалифицированных спортсменов становится системой только при полном соответствии её основным принципам, критериям и признакам общей теории систем. С позиции теории системного управления спортивная подготовка должна отвечать требованиям, предъявляемым к полноценной системе.

Понятие «спортивная подготовка» далее будет рассматриваться в предложенной Л.П. Матвеевым «классической» терминологии – как «подготовка спортсмена», а значит, и «система спортивной подготовки» как «система подготовки спортсмена» [12].

Также стоит отметить, что само понятие «спортивная подготовка» за последние годы претерпело значительные изменения в трактовке ФЗ-329, и в его текущем понимании оно слабо соотносится с системой подготовки высококвалифицированных спортсменов, которая базируется на разработке и реализации индивидуальных программ подготовки [16].

Все последующие рекомендации будут даны с учётом представленных выводов.

2. О структуре системы подготовки спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте

В системе подготовки велосипедистов, как и в других видах спорта, важно применять специализированную терминологию для обозначения различных понятий. Хотя многие термины из этой области уже знакомы по специализированной литературе, для избежания возможных разночтений рекомендуется уточнить их определения, опираясь на наиболее авторитетные источники.

2.1. Понятийный аппарат системы спортивной подготовки

Широкое применение термина «система» в различных сферах деятельности привело к появлению множества его толкований. Сегодня существует несколько десятков определений, адаптированных к условиям различных научных и инженерных дисциплин. Даже в рамках одной науки возможны разные интерпретации этого понятия. В контексте системы подготовки спортсменов мы будем использовать одно из распространённых определений, которое учитывает ключевые аспекты – элементы, связи, взаимодействие и целенаправленность: «система – это множество взаимосвязанных элементов и взаимодействий между ними и внешней средой, образующих целостность, качественную определённую и направленность» [20].

Рассматривая систему подготовки спортсменов, приведём основные понятия, которые обеспечивают и сопровождают её функционирование:

- элемент системы;
- связи между элементами (взаимосвязь и взаимодействие);
- структура системы;
- внешняя среда системы;
- состояние системы;
- входы и выходы системы;
- движение системы.

Элементом СПС называется её часть, обладающая относительной самостоятельностью и неделимостью на заданном уровне анализа. В СПС элементы связаны между собой, образуя структуру системы. Эти связи могут выражаться как в виде взаимозависимостей

(взаимосвязей), так и во взаимодействиях, где элементы системы поддерживают друг друга, создавая положительный эффект [20].

Слово «структура» (от лат. structura) означает «строение, порядок, расположение». Существует множество современных определений структуры, но все они подчёркивают три её ключевых аспекта: части объекта (элементы), связи между ними и их взаимное расположение [22]–[26]. Таким образом, структура системы представляет собой совокупность элементов и их связей, обеспечивающих её целостность и устойчивость.

Внешняя среда СПС – это совокупность внешних объектов и систем, которые могут оказывать влияние на подготовку спортсменов.

Состояние СПС изменяется под воздействием информации, вещества и энергии, поступающих из внешней среды через входы системы и преобразуемых внутри неё. Эти входные воздействия, изменяющиеся со временем, образуют входной процесс. Преобразованная информация, вещество и энергия формируют «выходы системы» – реакции системы, определённые заданными параметрами в определённые моменты времени [27], [28].

Движение СПС – это процесс изменения состояния и уровня подготовленности спортсмена. Хотя движение в СПС также затрагивает состояние тренера как управляющей части системы, здесь этот эффект является второстепенным и рассматривается лишь в контексте его влияния на достижение цели спортсмена.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется использовать термин «система спортивной подготовки» (СПС) в строгом соответствии с его структурно-функциональным определением, включающим взаимосвязанные элементы, устойчивые связи, взаимодействие с внешней средой и целенаправленное развитие.

Для обеспечения методологической точности в проектировании и управлении подготовкой спортсменов рекомендуется:

- чётко идентифицировать основные подсистемы и элементы СПС (спортсмен, тренер, нагрузка, инфраструктура и др.);
- учитывать характер связей и взаимодействий между элементами;
- анализировать состояние системы на каждом этапе подготовки;
- отслеживать влияние внешней среды на входные параметры;
- оценивать выходы системы по заданным критериям результата (функциональные, технико-тактические, соревновательные показатели).

Такой подход позволяет воспринимать тренировочный процесс как управляемую динамическую систему с высокой степенью адаптивности и прогностической точности.

2.2. Признаки и свойства системы спортивной подготовки

В рамках данных рекомендаций тренировочный процесс рассматривается как элемент системы подготовки спортсменов, обладающий всеми характеристиками автономной системы. В отечественной спортивной науке термины «тренировочный процесс» и «спортивная тренировка» часто используются как синонимы, поэтому в дальнейшем мы будем использовать их взаимозаменяемо, если контекст не требует иного. Теперь обратимся к понятию «система подготовки спортсменов» с учётом основных принципов системного подхода.

Элементы СПС могут сами представлять самостоятельные системы, превращаясь в подсистемы более крупной структуры – сложной системы или суперсистемы. По мнению Матвеева Л.П., СПС является многокомпонентной системой, включающей следующие подсистемы:

- «подсистема спортивной тренировки,
- подсистема соревнований (в той мере, в какой они служат цели подготовки);
- подсистема внутринеигровочных и внесоревновательных факторов (в той мере, в какой они усиливают эффект тренировок и соревнований и ускоряют восстановительные процессы после нагрузок)» [2].

Связи и взаимодействия между этими подсистемами обеспечивают достижение целей спортивной подготовки.

Необходимо отметить, что в некоторых интерпретациях СПС спортсмен не является её частью, а выступает как управляемая подсистема. Верхошанский Ю.В. ещё в 1985 году выделял три объекта управления в системе спортивной тренировки: взаимодействие спортсмена с внешней средой, его состояние и тренировочную нагрузку [29]. Он подчёркивал, что управление тренировочным процессом направлено на целенаправленный переход системы на более высокий функциональный уровень. Таким образом, Верхошанский Ю.В. допускал возможность рассматривать спортсмена как отдельную, хотя и управляемую, систему. Возможно, идея о спортсмене как о независимой и целостной системе в рамках глобальной СПС сегодня не является общепризнанной, поскольку количество научных работ в этой области

с точки зрения системного подхода ограничено: авторы обычно ограничиваются предположениями или упоминаниями об этом [30], [31].

Включение спортсмена в систему подготовки в качестве управляемой подсистемы позволяет создать классическую систему управления, состоящую из управляющей (тренер) и управляемой (спортсмен) частей. Только при таком подходе СПС обретает качества полноценной управляющей системы.

В системном подходе системы подразделяются на управляемые и неуправляемые. Если система имеет чёткую цель, она считается системой управления. В случае СПС целью является достижение высшей степени готовности спортсмена к результатам, способным удовлетворить изначальные потребности и учесть реальные возможности. Следовательно, СПС представляет собой систему, устремлённую к конкретной цели, где объектом управления является «спортсмен».

В каждый момент времени система находится в определённом состоянии, описываемом рядом параметров. В течение периода система может проходить через множество состояний, а допустимые границы этих состояний создают диапазон её возможных значений. Цель системы подготовки может быть формализована тремя способами:

- достижение определённого состояния управляемой системы (спортсмена);
- обеспечение заданной последовательности изменений состояния;
- поддержание направления движения без фиксированной конечной точки.

Элементы и связи СПС обычно рассматриваются как относительно простые, поскольку система содержит ограниченное количество взаимосвязанных элементов, каждый из которых может быть представлен в виде подсистемы. Это определяет СПС как открытую и активную систему управления.

Рекомендуется рассматривать СПС как систему управления, где управляющей подсистемой является тренер, а управляемой – спортсмен. Эти две подсистемы составляют основное ядро СПС.

Важно подчеркнуть, что данное исследование носит прикладной характер: создание новой теоретической модели СПС будет целесообразным, если оно приведёт к разработке практического инструмента – специализированного программного обеспечения, направленного на повышение качества и эффективности работы тренеров и специалистов.

▲ **Научно обоснованная рекомендация.** Рекомендуется рассматривать систему спортивной подготовки (СПС) как управляемую, открытую и целенаправленную систему, в которой тренер выступает в роли управляющей подсистемы, а спортсмен – управляемой.

Такой подход обеспечивает целостность анализа, позволяет точно формализовать цель подготовки, задавать параметры состояния спортсмена, управлять динамикой изменений и оценивать эффективность тренировочного процесса.

Для повышения прикладной значимости системного подхода рекомендуется использовать его принципы в разработке цифровых инструментов тренерской работы – программных решений, учитывающих структуру СПС, состояние спортсмена и влияние внешней среды.

2.3. Тип и структура системы спортивной подготовки

При применении системного подхода к созданию научно обоснованного программного обеспечения для спортивной подготовки необходимо сначала определить тип системы подготовки спортсменов с учётом роли человека в реализации управляющих воздействий.

Учитывая, что ключевую роль в СПС играет человек, такую систему следует отнести к типу автоматизированных систем управления. Иными словами, рассматривая понятие «система спортивной подготовки» с позиции системного подхода, можно интерпретировать его как автоматизированную систему управления подготовкой спортсменов, нацеленную на достижение ими максимальных индивидуальных спортивных результатов. В данной работе далее будет использоваться сокращённое наименование – АСУ ПС.

Основу АСУ ПС составляют:

- подсистема «тренер» (Y) как управляющая система: формирует входные сигналы для управляемой системы, ставит цели, разрабатывает программу подготовки, определяет целевые показатели, контролирует реализацию программы, анализирует её результаты и, при необходимости, корректирует;
- подсистема «спортсмен» (Z) как управляемая система: спортсмен воспринимает сигналы от управляющей системы, реагирует на них и исполняет их (в зависимости от уровня квалификации он также может участвовать в разработке и организации программы подготовки).

Кроме того, АСУ ПС включает три подсистемы с разным уровнем влияния на управляемую систему:

- подсистема «спортивная тренировка» (А);
- подсистема «внешняя среда и обеспечение» (В);
- подсистема «контроль цели» (С).

В подсистему «спортивная тренировка» входят элементы, оказывающие основное влияние на повышение уровня специальной физической подготовленности спортсмена:

- тренировочная нагрузка (А1);
- восстановительная нагрузка (А2).

Понятие «нагрузка» в спортивной науке может трактоваться по-разному. По мнению Матвеева Л.П. нагрузка – это повышение функциональной активности организма, вызванное физическими упражнениями [12]. Она может состоять из двух компонентов: внешнего (выполнение действий) и внутреннего (реакция организма на действия). Тренировочная нагрузка относится к той активности, которую спортсмен выполняет в процессе тренировок, тогда как восстановительная нагрузка включает мероприятия по восстановлению организма, такие как отдых, питание и фармакологическая поддержка.

Элементы тренировочной и восстановительной нагрузки (А1 и А2) образуют систему «спортивная тренировка» в том случае, если они находятся в функциональной взаимосвязи. Идеальная взаимосвязь предполагает, что каждой тренировочной нагрузке А1_і соответствует восстановительная нагрузка А2_і. В противном случае их взаимодействие неустойчиво, и спортивную тренировку нельзя рассматривать как полноценную систему.

Подсистема «внешняя среда и обеспечение» включает элементы, которые, несмотря на различия по характеру и смыслу, объединены общей чертой – возможностью существовать независимо от управляющей и управляемой систем и косвенно влиять на подготовку спортсмена. Эта подсистема включает:

- внешнюю среду (В1);
- виды обеспечения подготовки (В2).

Под внешней средой В1 АСУ ПС понимается совокупность объектов, оказывающих внешнее влияние на программирование и организацию подготовки спортсмена. Внешняя среда – это динамический фактор, который влияет на текущую ситуацию и поведение системы через определённый интервал времени. Она объективна и мало поддается воздействию со стороны управляющей системы. К внешним

факторам относятся социальные, географические, метеорологические, экономические, политические, технологические условия и др. Понимание этих факторов позволяет адаптировать тренировочный процесс к изменяющимся условиям, улучшая программирование и организацию подготовки.

Виды обеспечения подготовки спортсмена В2 описаны в специализированной литературе достаточно подробно, поэтому здесь будут перечислены лишь основные:

- организационное;
- кадровое;
- материально-техническое;
- информационно-аналитическое;
- медико-биологическое;
- финансовое;
- социально-коммуникационное.

При разработке модели АСУ ПС в той или иной категории элемента В2 ключевым параметром предлагается считать степень достаточности обеспечения, выражаемую шкалой от нуля до единицы.

В подсистему «контроль цели» входят следующие элементы:

- комплексный контроль и анализ (C1);
- спортивные соревнования (C2).

Комплексный контроль и анализ (C1) – важнейший элемент АСУ ПС, его основной функцией является оценка соответствия текущего состояния управляемой подсистемы промежуточным целям. Включает в себя комплексные и текущие медицинские, педагогические, биомеханические и другие обследования, проводимые в стандартных условиях для измерения и анализа динамики развития физических качеств, оценки состояния здоровья спортсмена. Контроль уровня общей и специальной физической подготовленности, особенно для спортсменов высокой квалификации, рекомендуется осуществлять по таблицам нормативов, принятым в федеральном стандарте спортивной подготовки по велосипедному спорту, что обеспечивает научно обоснованную и непрерывную оценку уровней СФП и ОФП [32].

Спортивные соревнования (C2). В длительных локомоциях велосипедного спорта объективным критерием эффективности подготовки служат, прежде всего, индивидуальные гонки на время. Они наиболее точно отражают уровень СФП спортсмена, тогда как результаты в групповых гонках зависят от множества факторов внешней

среды, что снижает точность прогноза. Поэтому в качестве основной цели СПС рекомендуется использовать результаты индивидуальных гонок на время. В противном случае приоритет в системе «контроль цели» следует отдавать элементу С1 «комплексный контроль и анализ», реализуемому в условиях, максимально приближенных к стандартным.

Все перечисленные элементы являются неотъемлемыми частями СПС, оказывающими прямое и косвенное влияние на траекторию движения управляемой системы, и составляют её структурную основу в велосипедном спорте.

Исходя из этих положений, научно обоснованная рекомендация заключается в следующем: ядром системы спортивной подготовки следует считать две основные подсистемы – управляемую систему Z (спортсмен) и управляющую систему Y (тренер). Базовая структура системы спортивной подготовки включает поддерживающие и обеспечивающие подсистемы и элементы.

Подсистема «спортивная тренировка» (А), в состав которой входят:

- тренировочная нагрузка (А1);
- восстановительная нагрузка (А2).

Эти элементы оказывают основное и прямое воздействие на уровень специальной физической подготовленности спортсмена и на развитие управляемой системы.

Подсистема «внешняя среда и обеспечение» (В), включающая:

- внешнюю среду (В1);
- виды обеспечения подготовки (В2).

Подсистема «контроль цели» (С), состоящая из:

- комплексного контроля и анализа (С1),
- спортивных соревнований (С2).

▲ **Научно обоснованная рекомендация.** Рекомендуется рассматривать систему спортивной подготовки как автоматизированную систему управления подготовкой спортсменов (АСУ ПС), в основе которой лежат две ключевые подсистемы:

- управляемая подсистема Z – спортсмен;
- управляющая подсистема Y – тренер.

Структуру АСУ ПС целесообразно дополнять тремя функциональными блоками:

- подсистема «спортивная тренировка» (А): тренировочные и восстановительные нагрузки,
- подсистема «внешняя среда и обеспечение» (В): внешние условия и ресурсы подготовки,

– подсистема «контроль цели» (С): комплексный мониторинг и спортивные соревнования.

Такое построение обеспечивает целостность управления, возможность адаптации к внешним условиям, повышение точности прогнозирования и эффективность достижения индивидуальных спортивных результатов.

2.4. Пояснения по элементу системы подготовки спортсменов «тренировочная нагрузка»

Для изучения системы подготовки спортсменов необходимо тщательно рассмотреть элемент «тренировочная нагрузка». На первый взгляд, логично разделить физическую нагрузку на соревновательную и тренировочную в рамках структуры СПС, однако практика показывает нерациональность такого подхода.

Опытные специалисты в велоспорте считают, что гонщики высокой квалификации должны участвовать в 100 и более гонках в год для достижения пика формы. Согласно исследованиям С.В. Ермакова, В.А. Капитонова, В.В. Михайлова и Д.А. Полищука, у высокочастотных гонщиков число стартов составляет 100–125 в год, то есть в среднем соревновательный старт проходит примерно каждые три дня [33], [34]. А.А. Захаров указывает, что на этапе высшего мастерства количество соревновательных дней должно составлять около 97 [35]. Это подтверждает важность интенсивной соревновательной нагрузки в процессе подготовки.

Анализируя эти данные, можно увидеть, что в соревновательный период, включающий около 32-х недельных микроциклов, на каждый микроцикл приходится 3–4 соревновательных дня. Учитывая, что после напряжённых стартов требуются периоды восстановления с применением физиологических и медико-биологических процедур, времени на полноценные тренировочные занятия практически не остаётся. Более того, частые переезды между гонками и масштабные организационные и финансовые вопросы делают выполнение тренировочных нагрузок практически невозможным, и соревновательные нагрузки начинают выполнять тренировочную функцию. В итоге выполнение 100–125 стартов в сезоне оказывается малореальной задачей и, вероятнее всего, – нецелесообразной.

Некоторые специалисты могут возразить, предлагая распределить гонки более равномерно по сезону, включая, например, трековые

гонки или велокросс в подготовительный период. Однако это подрывает методическую роль подготовительного периода, который, по сути, является временем, отведённым на фундаментальную подготовку, как принято считать в спортивной теории [2].

Таким образом, при ориентировании программы на 100–125 гоночных дней в год возникают риски: исключение периода фундаментальной подготовки и потеря фокуса на главных соревнованиях сезона. Единственным практическим решением может быть участие спортсменов высокого класса в многодневных гонках типа «Гранд Тур» (20–21 день), что упрощает логистику, но требует большего внимания к качеству и объёму восстановительных процедур для гонщиков.

На сегодняшний день сборные команды субъектов Российской Федерации, финансируемые из бюджетных средств, не имеют возможности содержать штат медицинских работников и физиотерапевтов с необходимым мобильным специализированным оборудованием. В результате, в 2023 году наиболее продолжительная мужская многодневная гонка, проводимая в рамках чемпионата России, имела следующие параметры: 10 этапов, общая протяжённость – 1 117 км, средняя дистанция этапа – 112 км, суммарный результат победителя – 25,8 часа, средняя продолжительность этапа для победителя – 2,6 часа. Для сравнения, аналогичные показатели в гонках серии Гранд Тур составляли:

- Giro d'Italia 2024: 21 этап / 3 317 км / 158 км / 79,2 часа / 3,8 часа;
- Tour de France 2024: 21 этап / 3 498 км / 167 км / 83,6 часа / 4,0 часа;
- Vuelta a España 2023: 21 этап / 3 157 км / 150 км / 76,8 часа / 3,7 часа.

Многодневные гонки серии Гранд Тур (ГТ) занимают ключевое место в календаре UCI, но даже при участии во всех трёх из них спортсмен набирает лишь 63 гоночных дня. Чтобы достичь рекомендованных 100–125 соревновательных дней, ему необходимо участвовать в дополнительных, менее продолжительных стартах.

Профессионалов, способных выдержать все три ГТ за сезон, – буквально единицы, так как уровень физической нагрузки в этих гонках чрезвычайно высок. В 2023 году одним из таких спортсменов был Serr Kuss (США), который принял участие во всех трёх ГТ и выиграл общий зачёт Vuelta a España, что свидетельствует о высокой соревновательной и физической нагрузке. Всего в 2023 году он набрал 77 соревновательных дней.

В сезоне 2024 года S. Kuss участвовал только в одной многодневке – Vuelta a España, где занял 14-е место, уступив лидеру более 20 минут. По состоянию на конец Vuelta a España у S. Kuss в активе всего 55

соревновательных дней, что на треть (или 28,6 %) меньше, чем за аналогичный период прошлого года. Это снижение соревновательной нагрузки может указывать на превышение допустимого уровня физической нагрузки в сезоне 2023 года.

Анализ участия ведущих велогонщиков мира в гонках под эгидой UCI (шоссе и маунтинбайк) за 2013–2023 годы подтверждает отмеченное выше. Мужчины в возрасте 23–30 лет имеют в среднем 67 соревновательных дней в сезоне (данные по 32 спортсменам, 219 сезонов, $sd = 17,2$), при этом 95 % значений находятся в диапазоне 50–84 дней. Эти показатели существенно расходятся с общепринятыми нормами соревновательных нагрузок для высококвалифицированных спортсменов, что указывает на их невыполнение ведущими велогонщиками за последнее десятилетие.

В текущих условиях можно предположить, что тренеры и спортсмены всё чаще делают акцент на развитие функциональных возможностей через тренировочную работу, уменьшая долю соревновательной нагрузки в годовом макроцикле. Это предположение подтверждается мнением лучшего велогонщика последних четырёх лет – Tadej Pogačar (Словения), который в интервью 2 мая 2024 года отметил: «Моё общее состояние улучшилось благодаря меньшему количеству гонок и большему числу тренировок» [36]. Т. Pogačar также подчеркнул, что «его общая форма значительно укрепилась благодаря ограниченной гоночной программе», а меньшее число гонок помогает ему сохранять психологический настрой и стремление к успеху [36].

Это мнение поддерживают и руководители команды Т. Pogačar, грамотно планируя его участие в гонках. На конец августа 2024 года Т. Pogačar стартовал в шести гонках, три из которых многодневные (включая Giro d'Italia и Tour de France). Он одержал победу в пяти гонках, включая оба ГТ, и занял третье место в одной. Примечательно, что несмотря на лидирующую позицию в сезоне Т. Pogačar пропустил Олимпийские игры в Париже, ссылаясь на усталость после ГТ Tour de France и предпочтя подготовку к чемпионату мира в сентябре [37]. И хотя по своей форме он мог претендовать на золото в олимпийских гонках, его главной целью был чемпионат мира, где он уверенно победил, преодолев 52 км в отрыве от пелотона. По окончании сезона 2024 года у Т. Pogačar было всего 58 соревновательных дней.

Современная соревновательная практика в велоспорте, вероятно, отражает сложный баланс между коммерческими интересами профессиональных команд и физиологическими возможностями спортсменов.

С одной стороны, команды заинтересованы в максимальном участии гонщиков для повышения популярности, привлечения спонсоров и поддержания конкурентоспособности на протяжении всего сезона. С другой стороны, важно учитывать физиологические ограничения спортсменов, чтобы избежать перетренированности и травм.

Для велосипедистов, особенно в длительных гонках, таких как ГТ, оптимальное распределение нагрузки между гонками и тренировками имеет ключевое значение. Чрезмерная соревновательная активность может вызвать накопление усталости и увеличить риск травм, а недостаток гонок – ухудшить соревновательный ритм. Поэтому оптимальное количество соревновательных дней поддерживает форму без перегрузки и позволяет иметь достаточно времени для восстановления. Текущее количество соревновательных дней – результат гибкого подхода, учитывающего участие в ключевых соревнованиях, восстановительные способности, физиологические показатели и тренировочные цели. Этот баланс также варьируется в зависимости от уровня подготовленности, возраста и индивидуального профиля спортсмена.

Наше исследование показало, что в практике спортсменов высокого класса в дисциплинах велоспорта с длительными нагрузками нормальными считаются тренировки средней продолжительностью около четырёх часов, что эквивалентно средней продолжительности соревновательной нагрузки. Средние значения мощности педалирования при выполнении тренировочных и соревновательных нагрузок представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Средние значения мощности педалирования при выполнении тренировочных и соревновательных нагрузок продолжительностью более одного часа у спортсменов высокой квалификации

Категория спортсменов	Вид физической нагрузки	Параметр			
		n_i	P_{sr} (Вт)	cv (Вт)	нижний и верхний допустимые пределы (Вт)
Зарубежные спортсмены, муж. ($n=8$, 19–29 лет)	соревновательная	187	234,4	42,8	228,2–240,6
	тренировочная	964	197,3	39,0	194,8–199,7
Российские спортсмены, муж. ($n=12$, 19–26 лет)	соревновательная	242	242,0	39,2	237,0–247,0
	тренировочная	1 893	183,8	38,3	182,1–185,6

Внутри нижнего и верхнего допустимых пределов содержится 95 % данных выборок спортсменов.

При этом «мощность работы» становится ключевым отличием гоночной и тренировочной нагрузок. Различия в показателях мощности педалирования статистически значимы ($p < 0,05$) в следующих сравнениях: 1) «соревновательная нагрузка – тренировочная нагрузка» у российских спортсменов; 2) «соревновательная нагрузка – тренировочная нагрузка» у иностранных спортсменов; 3) «тренировочная нагрузка» у российских и иностранных спортсменов. При этом следует принимать во внимание фактор различия в используемом спортсменами оборудовании, его настройках и точности фиксации данных.

Параметр «психологическая напряжённость» также может играть роль в разделии физической нагрузки на тренировочную и соревновательную, хотя у спортсменов высокого класса потребность в повышении психологической устойчивости через увеличение участия в гонках маловероятна.

Таким образом, соревновательная нагрузка прямо влияет на уровень специальной физической подготовленности, придавая физической нагрузке уникальный психофизиологический характер и сочетая её с тактико-техническими, психологическими и образовательными аспектами. В процессе подготовки соревновательная нагрузка практически идентична тренировочной и на этом основании её рекомендуется относить к подсистеме В2 СПС – «спортивная тренировка».

Завершая настоящий подраздел, необходимо уточнить понятие «нагрузка». В текущей терминологии СПС отсутствует однозначное определение этого термина, и каждый специалист трактует его по-своему. Однако в специальной литературе термин «нагрузка» обычно близок к определению Матвеева Л.П.: тренировочная нагрузка – это «прибавочная функциональная активность организма (по отношению к уровню покоя или другому исходному уровню), вызванная тренировочными упражнениями, и степень преодолеваемых при этом трудностей» [2]. В этом же определении подчёркивается, что «тренировочная нагрузка передаёт, прежде всего, количественную меру тренировочных воздействий».

Это определение приводит к использованию понятий «внешняя» и «внутренняя» стороны нагрузки. По мнению Л.П. Матвеева, внешняя сторона включает «количественные характеристики выполняемой работы», а внутренняя отражает «степень мобилизации функциональных возможностей организма и физиологические, биохимические и другие изменения в организме» [2].

Системный подход к этим понятиям позволяет заключить, что параметры внешней стороны нагрузки определяют входной сигнал для управляемой системы, а внутренняя сторона нагрузки характеризуется её выходными сигналами.

▲ **Научно обоснованная рекомендация.** Рекомендуется рассматривать тренировочную и соревновательную нагрузку как взаимозаменяемые компоненты подсистемы «спортивная тренировка» (А) в системе подготовки спортсменов (СПС), особенно на этапе высшего спортивного мастерства.

Соревновательные старты при соответствующей структуре сезона могут выполнять тренировочные функции, включая развитие специальной физической подготовленности, тактико-технических навыков и психологической устойчивости. Однако чрезмерное количество гонок повышает риск функционального перенапряжения и потери периода фундаментальной подготовки.

Оптимизация соотношения между тренировочной и соревновательной нагрузкой должна учитывать:

- физиологические и психологические особенности спортсмена;
- характер и приоритетность стартов;
- необходимость восстановления;
- целевые параметры мощности и длительности нагрузки;
- показатели внутреннего и внешнего отклика организма.

При этом **тренировочную нагрузку** целесообразно определять как **управляющее воздействие**, представленное во входном сигнале системы, а **физиологический отклик спортсмена** – как **выходной эффект**, подлежащий анализу и последующей коррекции тренировочного процесса.

2.5. Структура сложной системы подготовки спортсменов

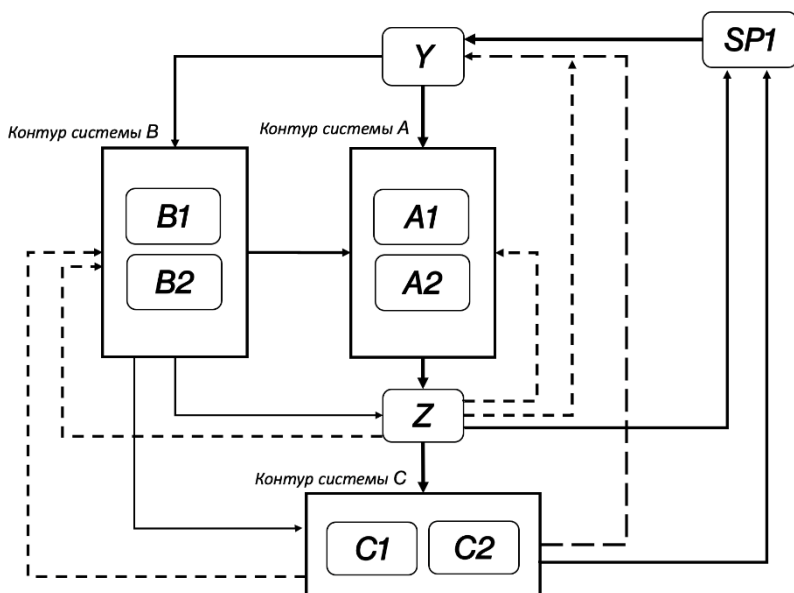
Состояние управляемой системы $A(t)$ в любой момент времени t зависит от функций её входов $X(t)$ по формуле $A(t) = F_c[X(t)]$ [27]. Применительно к СПС это уравнение означает, что состояние и уровень специальной физической подготовленности спортсмена в любой момент зависят от совокупного воздействия ключевых факторов: 1) физической нагрузки (тренировочной и соревновательной), 2) объёма восстановительных мероприятий, 3) питания и фармакологической поддержки.

Каждая подсистема СПС описывается множеством параметров, которые влияют на устойчивость движения управляемой системы – спортсмена. Программирование подготовки осложняется тем, что изменение состояния одной подсистемы (например, уровня СФП) оказывает влияние и на другие. Для эффективного планирования необходимо определить ключевые параметры каждой подсистемы.

Важно также учитывать, что перечисленные подсистемы СПС могут быть не исчерпывающими, и в структуре системы может присутствовать некая подсистема «Х», параметры которой влияют на её эффективность и прогнозируемость. Эта скрытая подсистема вносит нелинейность в поведение системы и усложняет прогнозирование, создавая неопределённость. Важно выявить её влияние и минимизировать его негативные эффекты.

Знание структуры подсистем и их ключевых параметров позволяет точнее прогнозировать общий тренировочный эффект и результаты. Точность предсказания возрастает с ростом стандартизации свойств элементов СПС. Однако, как «большая» и «сложная» система, СПС характеризуется крупными размерами и сложной иерархической структурой, циркуляцией значительных информационных, энергетических и материальных потоков, высоким уровнем неопределённости [20], [38].

Системы А, В и С (включая их подсистемы и элементы) можно наглядно представить как три контура, формирующих сигналы для управляемой системы «спортсмен». Каждый из этих контуров может быть дополнен разработчиком программы подготовки дополнительными элементами и системами, при условии чёткого определения их состава, взаимосвязей и влияния на подготовку спортсмена. Упрощённая схема трёхконтурной сложной системы управления подготовкой спортсмена представлена на рисунке 2.



Y – управляющая система «тренер»; Z – управляемая система «спортсмен»; система A – спортивная тренировка; система B – внешняя среда и обеспечение; система C – контроль цели; SP1 – системный потребитель.

Рисунок 2 – Схема (трёхконтурная) системы управления подготовкой спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте

При проектировании системы подготовки спортсмена следует уделить особое внимание различным ограничениям её функционирования [20]. Одним из таких ограничений является потребитель результатов системы, которым может выступать, например, административный орган, такой как федеральный орган исполнительной власти в сфере физической культуры и спорта, когда речь идёт о спортсменах высокого уровня. В коммерчески успешных видах спорта потребителем также могут быть зрители или руководители телевизионных каналов.

Системный потребитель результатов деятельности системы как внешний ограничитель влияет на выходные результаты и управление системой, что показано на рисунке 2. Учитывая его важную роль, системный потребитель выделен как отдельный управленческий фактор, что особенно актуально в условиях значительного влияния государственных институтов на развитие спорта в нашей стране.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуются рассматривать систему подготовки спортсменов как сложную иерархическую трёхконтурную систему управления, где состояние управляемой подсистемы (спортсмена) определяется совокупным воздействием внешних и внутренних факторов, формирующих входной сигнал $X(t)$.

Для повышения эффективности планирования и управления следует:

- чётко идентифицировать ключевые подсистемы (тренировка, восстановление, обеспечение, контроль),
- определять основные параметры каждой подсистемы и их взаимосвязи,
- учитывать наличие неявных (скрытых) факторов, повышающих неопределённость и нелинейность системы,
- использовать структурно-логические модели (например, трёхконтурные схемы),
- учитывать влияние внешнего системного потребителя (орган власти, команда, спонсоры) как важного ограничения, влияющего на цели и выходы системы.

Такая системная модель позволяет обеспечить целостность управления, повысить точность прогнозирования тренировочного эффекта и согласовать цели подготовки с требованиями внешней среды.

2.6. Информационная модель системы подготовки спортсменов

В ходе многолетнего тренировочного процесса у спортсмена формируется устойчивая и развивающаяся информационная среда, представляющая собой часть материального мира, с которой активно взаимодействуют тренер и спортсмен. Эта среда включает источники данных, информационные блоки, каналы передачи и центры обработки информации, обеспечивая сбор, интерпретацию и использование сведений, необходимых для принятия обоснованных решений в управлении подготовкой.

С точки зрения системного анализа, информация в спортивной подготовке выступает эквивалентом энергии, поступающей в систему и определяющей динамику её развития. В этом контексте применимы положения теории информации и термодинамики, в частности – связь между количеством информации и уровнем энтропии.

Современные исследования, включая данные из квантовой физики, указывают на то, что даже материальные объекты могут рассматриваться как информационно-энергетические системы, обладающие множеством микросостояний. В спортивной подготовке это означает, что чем выше степень неопределённости (энтропии) – тем сложнее прогнозировать реакцию организма на тренировочные воздействия. Получение и обработка информации уменьшают энтропию, повышая управляемость и эффективность подготовки.

Связь между информацией и упорядоченностью системы отражается в следующем:

- увеличение количества информации приводит к снижению энтропии;
- снижение энтропии способствует более устойчивому и направленному функционированию системы;
- дополнительная информация способствует росту негэнтропии – меры внутренней организованности, что критически важно при управлении высоконагруженной системой, такой как подготовка спортсмена высокой квалификации.

Таким образом, информационная модель системы подготовки спортсменов представляет собой структурно-функциональное описание процессов накопления, обработки и использования информации для управления подготовкой. Эта модель должна учитывать:

- принципы спортивной тренировки,
- специфику вида спорта (в данном случае – велосипедного спорта),
- особенности этапов подготовки и адаптационные возможности спортсмена.

На основе изложенных положений в рамках настоящего исследования разработана информационная модель управления подготовкой спортсмена в велосипедном спорте, представленная на рисунке 3.



Рисунок 3 – Модель информационной системы управления подготовкой спортсмена

Все этапы управления тренировочным процессом спортсмена начинаются с получения информации, которая формирует основу для выработки управляющих воздействий. Управление осуществляется через тренировочные нагрузки, восстановительные процедуры и дополнительные факторы. Постоянный сбор данных о поведении системы позволяет отслеживать её движение к цели. Качество, объём и распределение информации о методах и условиях управляющих воздействий, состоянии системы и её реакции составляют основу информационного обеспечения управления. Степень достижения целей системы зависит от объёма и качества этой информационной базы.

Ключевой аспект информационной модели – выбор минимального числа параметров, оптимально описывающих систему и её поведение. Эти параметры должны давать «кванты информации» $q_i(t)$, отражающие текущее состояние и развитие системы, чтобы обеспечить управляющей системе объективное понимание. Информационная ценность параметра варьируется от 0 до 1, представляя диапазон от «нулевой» до «абсолютной» полезности.

Значения единичных значений количества полезной информации $q_i(t)$, полученной от каждого отдельного параметра в каждый

момент времени t , должны складываться в общую информацию о состоянии системы в текущий момент, как показано в формуле (1):

$$I(t) = \sum_{q=1}^n (q_i(t)) \quad (1)$$

где

$I(t)$ – общая информация о состоянии системы в момент времени t ;

$q_i(t)$ – наименьшее неделимое количество полезной информации, которым обладает параметр системы.

Объём информации о состоянии системы в данный момент времени $I(t)$ определяется количеством параметров и их квантами информации $q_i(t)$. Из отдельных статических данных формируется динамическое знание о движении системы. Объём информации увеличивается с числом параметров, но только до определённого уровня, после которого добавление новых параметров не даёт значимой пользы. Такая зависимость имеет S-образную форму, одно из свойств которой указывает на то, что абсолютное знание о системе недостижимо и нецелесообразно.

Получение информации требует затрат энергии управляющей системы. Чем больше параметров мониторинга, тем выше затраты энергии, которые ограничены профессиональными возможностями и мотивацией тренера. Таким образом, объём и качество знаний о системе зависят от энергии управляющей системы – тренера.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется включать информационную модель в состав системы подготовки спортсменов как инструмент управления на основе данных. Модель должна опираться на оптимальный набор параметров с высокой информационной ценностью ($q_i(t)$), отражающих текущее состояние и динамику подготовленности спортсмена. Совокупный объём информации ($I(t)$) должен быть достаточным для принятия обоснованных решений, но не избыточным – прирост параметров целесообразен лишь до уровня, при котором он даёт значимую пользу.

Информационная модель должна учитывать специфику вида спорта, этап подготовки и ресурсы тренера, включая его способность собирать, интерпретировать и использовать данные. Для повышения эффективности управления рекомендуется использовать цифровые системы мониторинга, позволяющие снизить энтропию (неопределённость) и повысить точность корректировки тренировочных воздействий.

2.7. Основные и дополнительные параметры системы подготовки спортсменов

Вышеизложенное затрагивает теоретические и методологические аспекты выделения ключевых параметров в системе подготовки спортсменов. Кроме того, в последние годы благодаря развитию интернет-технологий значительно возросла значимость интеллектуального анализа данных (data mining) для получения достоверных и практически применимых знаний [41]. Применение подобных методик в спортивной подготовке представляется не только актуальным, но и перспективным для дальнейшего совершенствования тренировочного процесса.

Система многолетней подготовки спортсменов на высшем уровне – сложный процесс, требующий точной настройки и контроля. Спортсмены посвящают тренировкам, восстановлению и сопутствующим мероприятиям практически всё своё время. Поэтому методология спортивных тренировок выработала следующие рекомендации для сбора, хранения и обработки данных:

- доступность методов сбора информации для тренера;
- минимальная нагрузка на спортсмена при сборе данных;
- сокращение количества измерений при сохранении информативности [11].

Тренировочный процесс в велоспорте включает физические упражнения различной специфичности, направленные на подготовку к соревновательным действиям. Контроль выполнения упражнений осуществляется с помощью приборов и датчиков, основанных на современных информационно-коммуникационных технологиях.

Анализ специального оборудования в велоспорте показал, что почти все приборы имеют схожие характеристики: они собирают основные данные, фиксируя параметры спортсмена и велосипеда через датчики, а затем обрабатывают их через программное обеспечение, пополняя базу данных дополнительной информацией, производной от первичных данных.

На основе технологических разработок и запросов от спортсменов и тренеров за последние 30–35 лет был сформирован перечень первичных параметров СПС, получаемых с помощью прямого измерения. Эти параметры являются частью паспортных характеристик оборудования. Основные параметры, зафиксированные в хрономатрице, включают следующие пять ключевых показателей:

- 1) время;
- 2) GPS-координаты;
- 3) частоту сердечных сокращений;
- 4) частоту педалирования;
- 5) мощность педалирования.

Дополнительно фиксируются дата, время начала, метеорологические условия, а также вручную вводимые данные: метод выполнения, местоположение, самочувствие спортсмена и др.

На основе этих пяти первичных параметров вычисляются вторичные (производные) показатели, пополняющие информационную базу данных СПС.

Научно обоснованные рекомендации. С учётом требований к параметрам системы подготовки спортсменов, принципа достаточности информации, методов сбора данных и рациональности действий определён оптимальный набор параметров, описывающих внешние и внутренние аспекты физической нагрузки для велосипедистов, специализирующихся на длительных дистанциях.

Параметры внешней стороны нагрузки (основанные на данных от датчиков времени и GPS):

- время выполнения работы с применением СПУ или ОПУ;
- протяжённость дистанции;
- сумма положительных перепадов высоты;
- средний градиент дистанции;
- средняя скорость;
- средняя скороподъёмность;
- индекс физической напряжённости.

Параметры внутренней стороны нагрузки (реакция организма на нагрузку, на основе датчика частоты сердечных сокращений):

- мгновенная частота сердечных сокращений;
- мгновенная физиологическая напряжённость нагрузки;
- средняя дистанционная частота сердечных сокращений;
- средняя физиологическая напряжённость;
- величина тренирующего воздействия;
- максимальная частота сердечных сокращений;
- максимальная средняя за 10 минут частота сердечных сокращений;
- пульсовая эффективность;
- время в целевой зоне мощности;
- средняя частота дыхания.

Дополнительные параметры (показатели педалирования, основанные на датчиках частоты педалирования и усилия):

- средняя частота педалирования;
- средняя длина цикла движения;
- средняя мощность педалирования;
- удельная средняя мощность педалирования.

Для полноценного анализа тренеру требуется собирать и обрабатывать более двадцати параметров, что с учётом данных о внешней среде и самочувствии спортсмена увеличивает объём информации до семидесяти параметров за одно занятие. Обработка данных нескольких спортсменов без автоматизированных систем затруднительна, поэтому рекомендуется применять специализированное программное обеспечение и методы интеллектуального анализа, которые помогают выявлять скрытые закономерности и взаимосвязи в больших наборах данных. Использование таких технологий в мониторинговых системах позволяет тренерам повысить качество и результативность подготовки спортсменов высокой квалификации.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется формировать систему мониторинга подготовки спортсменов на основе оптимального набора параметров, обеспечивающих объективную оценку внешней и внутренней сторон нагрузки, с минимальной затратой времени и ресурсов.

Основные параметры должны включать:

- внешние характеристики нагрузки (время, расстояние, рельеф, скорость);
- внутренние реакции организма (ЧСС, физиологическая напряжённость, эффективность, зоны мощности);
- показатели педалирования (частота, мощность, техника).

Общий объём данных за одну тренировку может достигать 70 параметров, включая показатели внешней среды и субъективное самочувствие. В связи с этим рекомендуется:

- использовать автоматизированные системы сбора и обработки данных;
- применять методы интеллектуального анализа (data mining) для выявления скрытых зависимостей и повышения точности прогноза;
- обеспечивать доступность мониторинга для тренера и минимальную нагрузку на спортсмена при сборе данных;

– придерживаться принципа информационной достаточности – собирать только те параметры, которые несут значимую управленческую ценность.

Такая организация параметрического контроля позволяет повысить эффективность индивидуальной программы подготовки и обеспечить научно обоснованное управление тренировочным процессом.

3. О содержании системы подготовки спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте

Содержание современной системы подготовки спортсменов в длительных локомоциях велосипедного спорта включает:

- отбор и спортивную ориентацию: определение индивидуальных способностей и особенностей ребёнка, его физических, интеллектуальных и психических возможностей для эффективной работы в зоне критической мощности (от 5 минут и более);
- целенаправленный тренировочный процесс: физическая нагрузка, освоение тактических и технических приёмов движения на велосипеде, воспитание специфических психологических свойств характера;
- факторы, повышающие результативность тренировочного процесса и соревновательной деятельности: квалифицированные кадры, информационно-методическая база, медико-биологическое обеспечение, организация и управление, внешняя среда;
- автоматизированную систему управления целенаправленной подготовкой спортсмена.

Рассмотрим далее эти составляющие в представленной последовательности.

3.1. Отбор и спортивная ориентация в системе подготовки спортсменов

Нормативные требования к системе подготовки спортсменов в велосипедном спорте устанавливают начальный возраст для регулярных занятий на уровне семи лет (7–10 лет) [32]. В этот период решаются разнообразные задачи, основная часть которых направлена на общее физическое развитие детей, укрепление их здоровья, формирование базовых двигательных навыков, развитие координации, выносливости и силы. Задачи реализуются через упражнения, которые частично включают элементы велоспорта, такие как управление велосипедом, навыки равновесия и преодоление простых препятствий.

Несмотря на общий характер этого этапа, уже в этом возрасте проводится первичный отбор и спортивная ориентация детей по группам велодисциплин (шоссе, трек, маунтинбайк, BMX). Основными инструментами отбора служат:

- нормативы общей физической подготовки и специальной физической подготовки;
- показатели физического развития, такие как рост, вес, соотношение мышечной и жировой масс, оцениваемые по возрастным стандартам;
- результаты соревнований, в которых участвуют дети, показывающие их потенциальные способности к соревновательной деятельности.

Таким образом, этот этап закладывает базу для дальнейшего спортивного роста, одновременно определяя предрасположенность детей к определённым видам велоспорта и формируя их интерес к занятиям.

3.1.1. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки уровня ОФП

В современной практике подготовки велосипедистов наблюдается систематическая недооценка роли общефизических упражнений, особенно на этапах начальной и предварительной специализации. Это стратегическая ошибка, подрывающая фундамент функционального развития спортсмена. Игнорирование ОФП ограничивает потенциал роста, снижает устойчивость к нагрузкам и повышает риск травм. В юном возрасте именно ОФП формирует базу для освоения сложных соревновательных навыков, обеспечивает разностороннюю моторную одарённость и устойчивую адаптацию к тренировочному стрессу. Пренебрежение этим направлением ведёт к дефициту физических качеств, которые невозможно компенсировать узкоспециализированной нагрузкой.

Для динамической оценки развития основных физических качеств и мышечных групп спортсменов в велоспорте рекомендуется использовать комплекс общеразвивающих упражнений, включённых в федеральный стандарт спортивной подготовки [32].

Хотя полная матрица тестов по принципу «одно физическое качество – одна мышечная группа» могла бы включать до 25 упражнений (5 физических качеств для 5 мышечных групп), в итоговый комплекс для оценки общей физической подготовленности велосипедистов вошли 10 упражнений. Они подобраны с целью контроля четырёх ключевых физических качеств, важных для велоспорта: выносливости, силы,

быстроты и координации, и направлены на развитие пяти основных мышечных групп, задействованных в велоспорте: мышцы ног, рук, спины, груди и живота.

Итоговый комплекс общеподготовительных упражнений для оценки общей физической подготовленности велосипедистов, рекомендованный федеральным стандартом спортивной подготовки, представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Комплекс общеподготовительных упражнений для тестирования общей физической подготовленности, предусмотренный федеральным стандартом спортивной подготовки по велосипедному спорту [32], [42]

Физическое упражнение	Физическое качество (оцениваемое)	Преобладающая мышечная группа	Опорные значения нормативов, соответствующие уровням ФП «ноль» и 100 баллов	Единица измерения
1. Бег на 3000 м	Общая выносливость	Мышцы нижних конечностей	14:45,0 – 09:00,0	мм:сс,0
2. Бег на 400 м	Скоростная выносливость	Мышцы нижних конечностей	01:24,0 – 00:52,0	мм:сс,0
3. Бег на 60 м	Быстрота	Мышцы нижних конечностей	10,00 – 7,13	с
4. Подтягивание из виса на высокой перекладине	Силовая выносливость	Мышцы верхних конечностей, мышцы груди и спины	0 – 30	раз
5. Сгибание и разгибание рук в упоре лёжа на полу	Силовая выносливость	Мышцы верхних конечностей, мышцы туловища	0 – 100	раз
6. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами	«Взрывная» сила	Мышцы нижних конечностей	0,50 – 3,20	м
7. Десятерной прыжок в длину «многоскок» (старт – толчком двумя ногами с места)	«Скоростная» сила, координация	Мышцы нижних конечностей	10,0 – 30,0	м
8. Запрыгивание в упор присев на препятствие	«Взрывная» сила	Мышцы нижних конечностей	0,30 – 1,60	м
9. Подъем и опускание туловища из положения «вис на согнутых ногах» (с опорой на голени)	Силовая выносливость	Мышцы живота	0 – 40	раз
10. Приседание на одной ноге (общий результат – суммарно двух ног)	Силовая выносливость, координация	Мышцы нижних конечностей	0 – 120	раз

Из десяти упражнений в комплексе ОФП для велоспорта пять включены в различные нормативные и регламентные документы:

- Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне»;
- федеральные стандарты спортивной подготовки по велоспорту, утверждённые Министерством спорта России в 2013 году;
- общепризнанный комплекс тестов общей физической подготовки «Ironman» (Норвегия).

Упражнение «бег на 400 метров» заменило «бег на 600 метров», ранее входившее в федеральный стандарт подготовки по велоспорту 2013 года. Остальные упражнения в таблице 3 (номера 7, 8 и 10) широко используются в разных видах спорта, включая велоспорт, часто включаются в программы общей физической подготовки, проверены методиками обучения двигательным навыкам в школах, что подтверждает их надёжность. Официальное утверждение комплекса ОФП в федеральном стандарте спортивной подготовки по велоспорту создаёт нормативную и методическую основу для единой системы мониторинга общей физической подготовленности велосипедистов во всех спортивных организациях России.

В ФССП по велоспорту для определения уровня ОФП используется 100-балльная шкала и S-образная зависимость «результат – уровень ОФП (балл)». Однако эта зависимость реализована через полиномиальную функцию третьей степени $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$, которая имеет экстремумы в диапазонах, где уровни ОФП равны 0 и 100 баллам. Это создаёт трудности при разработке цифровой платформы для точной оценки уровня ОФП.

Для цифровой оценки уровня ОФП велосипедистов рекомендуется придерживаться двух принципов [42]. Первый – использовать истинную логистическую функцию для расчётов, а второй – подбирать коэффициенты так, чтобы результаты максимально точно соответствовали существующим нормативам по велоспорту.

Логистическая функция, впервые предложенная бельгийским математиком Пьером-Франсуа Ферхюльстом, представляет собой универсальную модель ограниченного роста и широко применяется в различных научных дисциплинах – от биологии и демографии до экономики и прикладной математики. Её обобщённая математическая форма представлена уравнением (2).

$$f(x) = \frac{L}{1 + e^{-k(x-x_0)}} \quad (2)$$

где:

L – предельное значение функции (насыщение);

k – коэффициент роста (скорость насыщения);

x – аргумент функции;

x_0 – точка перегиба функции (середина роста)

e – основание натурального логарифма, константа, примерно равная 2,71828.

Основываясь на универсальности логистического закона Ферхюльста, логистическая функция используется в качестве математического инструмента для трансформации результатов тестирования в оценочные баллы. Путём подбора параметров функции становится возможным формирование объективной шкалы цифровой оценки уровня общей физической подготовленности. Ниже этот подход демонстрируется на примере теста по бегу на 3 000 метров.

В соответствии с федеральным стандартом спортивной подготовки (ФССП) по велосипедному спорту, результат 09:00,0 в беге на 3 000 метров (эквивалентный первому спортивному разряду по лёгкой атлетике) принимается за верхнюю границу шкалы и соответствует 100 баллам. Результат 14:45,0 отражает начальный уровень физической подготовленности и соответствует 0 баллам. Эти граничные значения используются в качестве реперных точек для построения шкалы, по которой вычисляется относительная оценка с применением логистической функции, представленной в формуле (3).

$$R = 100 \cdot (v_T - v_0) / (v_{100} - v_0) \quad (3)$$

где:

R – результат, продемонстрированный в упражнении «бег на 3 000 м», относительный (в процентах);

v_T – скорость в тесте «бег на 3 000 м»;

v_0 – скорость бега на 3000 м, соответствующая результату начинающего и соответствующая в шкале оценки нулю баллов;

v_{100} – скорость бега на 3000 м, соответствующая результату I спортивного разряда в легкой атлетике и соответствующая в шкале оценки 100 баллам.

Подставляя полученное значение R в формулу (2), мы можем определить результат оценки уровня развития физического качества «общая выносливость» спортсмена-велосипедиста на примере упражнения «бег на 3 000 метров». График общей зависимости логистического

вида «результат – уровень физической подготовленности в беге на 3 000 метров» изображён на рисунке 4.

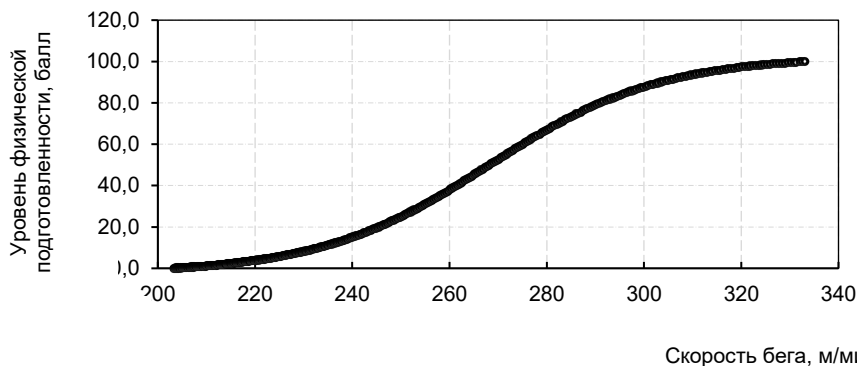


Рисунок 4 – График зависимости логистического вида уровня физической подготовленности (в баллах) спортсменов специализации «велосипедный спорт» от скорости бега в тесте «бег на 3 000 м»

Перевод результатов выполнения упражнений в баллы осуществляется по формулам (2) и (3). Алгоритм мониторинга развития уровня ОФП основан на следующих действиях тренера:

- оценка текущего уровня ОФП спортсмена по результатам тестов;
- установка целевых показателей ОФП по каждому упражнению;
- планирование мероприятий для достижения заданного уровня ОФП;
- выполнение программы ОФП под руководством тренера;
- контроль реализации программы и оценка промежуточных результатов;
- проведение тестирования ОФП в запланированный момент;
- анализ отклонений фактических результатов от целевых;
- определение критичности отклонений;
- оценка эффективности программы по уровню соответствия фактических и целевых показателей;
- корректировка программы на основе результатов анализа.

Регулярное сравнение фактических и целевых показателей по ОФП помогает тренеру оценить эффективность мер по развитию нужных физических качеств. Мониторинг может проводиться в условиях текущего контроля, а результаты визуализируются в таблицах или на лепестковых графиках. На рисунке 5 представлен профиль ОФП

спортсмена А. (КМС, 19 лет), составленный по предложенной методике с учётом требований ФССП по велоспорту.

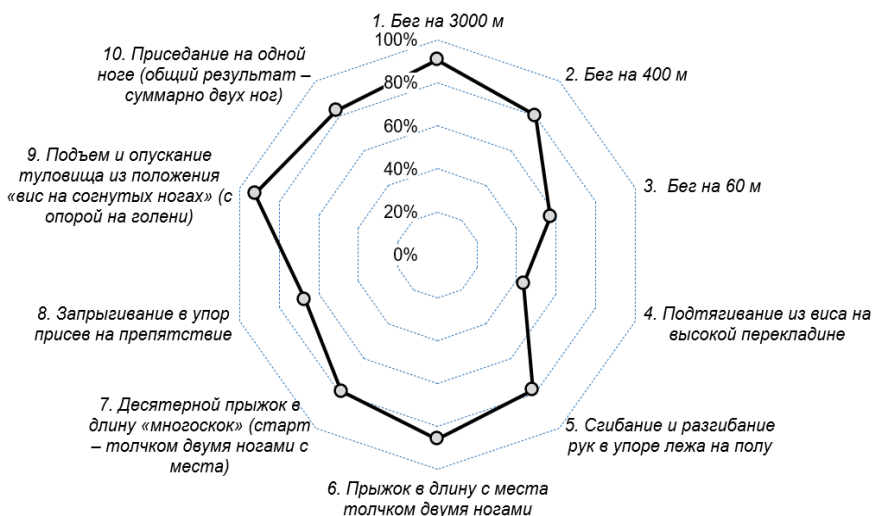


Рисунок 5 – Профиль общей физической подготовленности спортсмена (19 лет, КМС по маунтинбайку), выполненный по методике мониторинга развития уровня ОФП представленного в ФССП по велосипедному спорту комплекса тестов ОФП

Визуализация отклонений фактических результатов от целевых показателей по развитию физических качеств и мышечных групп даёт тренеру ключевую информацию о результативности тренировочной программы. Величина отклонений указывает на необходимость корректировок.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Для юных велосипедистов систематические занятия ОФП являются не просто желательными, а методически обязательными: именно в этом возрасте закладывается фундамент двигательных качеств, без которого невозможно устойчивое освоение соревновательной техники, формирование специфической выносливости и предотвращение хронических перегрузок. Игнорирование общефизической подготовки на ранних этапах подготовки ведёт к неустранимым дефицитам, не компенсируемым даже самым продуманным специализированным тренингом.

С целью повышения эффективности начального и углублённого отбора в велосипедном спорте целесообразно применять оценку

уровня общей физической подготовленности (ОФП) как надёжный индикатор врождённой моторной одарённости и потенциальной адаптационной способности организма к физическим нагрузкам в период раннего спортивного возраста. Комплекс из 10 тестов, закреплённый в федеральном стандарте спортивной подготовки по велосипедному спорту, охватывает ключевые физические качества и мышечные группы, определяющие перспективность спортсмена на этапах многолетнего тренировочного процесса.

Переход от количественных результатов тестов к оценке в балльной системе, реализованный с применением логистической функции, обеспечивает высокую точность, объективность и адаптивность метода. Цифровой формат расчёта позволяет существенно упростить практическое использование методики: баллы вычисляются автоматически, а итоги представляются в наглядной и интерпретируемой форме. Это способствует снижению трудоёмкости, исключению субъективного фактора, облегчает сравнительный анализ, мониторинг динамики ОФП и подготовку отчётных материалов.

Использование методики оценки ОФП рекомендовано при формировании групп спортивной подготовки, проведении этапного контроля и в процессе динамического мониторинга перспективных спортсменов в системе спортивного резерва.

3.1.2. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки уровня СФП

Многие международные и всероссийские спортивные федерации для циклических видов спорта применяют унифицированные методы оценки специальной подготовленности спортсменов. Так, в лыжных гонках (FIS) и плавании (FINA) используется относительная шкала очков (FIS-points и Swimming Points), привязанная к результатам лидеров или мировым рекордам [43], [44]. Эти очки указываются в итоговых протоколах соревнований, позволяя рассчитывать рейтинг спортсмена на определённый момент.

В UCI аналогичные объективные методы отсутствуют, и ведётся только рэнкинг, основанный на начислении очков за занятые места в гонках. Однако такие очки получают лишь отдельные участники, и значительное число гонщиков остаётся без них, что делает рэнкинг-список неполным.

Термины «рэнкинг» и «рейтинг» часто путают, но между ними есть разница. Рэнкинги оценивают количественные показатели, а рейтинги – качественные. Для рейтинга требуется больше информации, поэтому рэнкинги составляют, а рейтинги присваивают [26].

Для оценки текущего уровня специальной физической подготовленности в велоспорте рекомендуется использовать индекс CRP (Cycling Rating Points) [45]. Индекс CRP – это балльная оценка спортивных достижений, основанная на сравнении средней скорости прохождения спортсменом контрольной дистанции с показателями ведущих гонщиков мира на аналогичных дистанциях по длине и сложности. Это позволяет объективно оценить готовность спортсмена, независимо от протяжённости и сложности трассы, что выгодно отличает его от таких показателей, как место на соревнованиях или время прохождения дистанции.

Физиологическое значение индекса CRP заключается в оценке физической нагрузки через среднюю скорость на заданной дистанции. Таким образом, CRP объективно отражает уровень специальной подготовленности велосипедиста и может присваиваться всем гонщикам, независимо от их места в соревнованиях. Индекс CRP – унифицированный показатель, отражающий уровень подготовленности в диапазоне от 0 (для начинающих) до 1 000 и выше (для элитных спортсменов). Расчёт CRP основан на «кривой рекордов по скорости», предложенной В.С. Фарфелем, которая описывает закономерное снижение предельной скорости с увеличением времени работы [46].

В первом приближении зависимость «кривая рекордов» была представлена в логарифмическом виде. Данный подход был учтён при разработке в 2019 году формулы расчёта уровня спортивной подготовленности для групп дисциплин велоспорта [47]. Зависимость предельной скорости от длины дистанции для элитных спортсменов в велоспорте – шоссе представляется в следующем виде – формула (4):

$$v \text{ (шоссе)} = -1,684 * \ln(s) + v_{\text{elite}} \quad (4)$$

где

$v \text{ (шоссе)}$ – скорость преодоления дистанции в велоспорте – шоссе;

s – соревновательная дистанция в километрах;

v_{elite} – средняя скорость преодоления элитными велогонщиками равнинной дистанции в индивидуальной гонке на дистанцию 1 км.

Следует отметить, что в период проведения исследовательских работ в рамках НИР средняя скорость лидеров в шоссейных велогонках (показатель v_{elite}) была рассчитана на основании результатов чемпионатов мира по велоспорту за 2010–2021 годы и составила 57,378 км/ч [47]. Однако данные крупнейших международных соревнований последних лет свидетельствуют о росте этого показателя: по состоянию на 2025 год средняя скорость лидеров достигла 60,720 км/ч (в пересчёте на индивидуальную гонку на дистанцию 1 км).

Формула (4) описывает «горизонталь» двумерной матрицы, ячейки которой представляют собой значения скорости в пересечениях «горизонтالي» – CRP и «вертикали» – длина дистанции, что представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Скорости движения на разных дистанциях, соответствующие «кривой рекордов скорости» для элитных велосипедистов-шоссейников и индексу CRP, равному 1 000 пунктам

Индекс CRP (пункт)	Дистанция (км) / скорость средняя (км/ч)								
	1	3	5	10	15	20	25	50	100
1000	57,378	55,528	54,668	53,500	52,818	52,333	51,957	50,790	49,623

Визуальный пример таблицы 4 – это график уменьшения скорости в зависимости от роста дистанции для профессиональных шоссейных велогонщиков элитного уровня, представленный на рисунке 6.

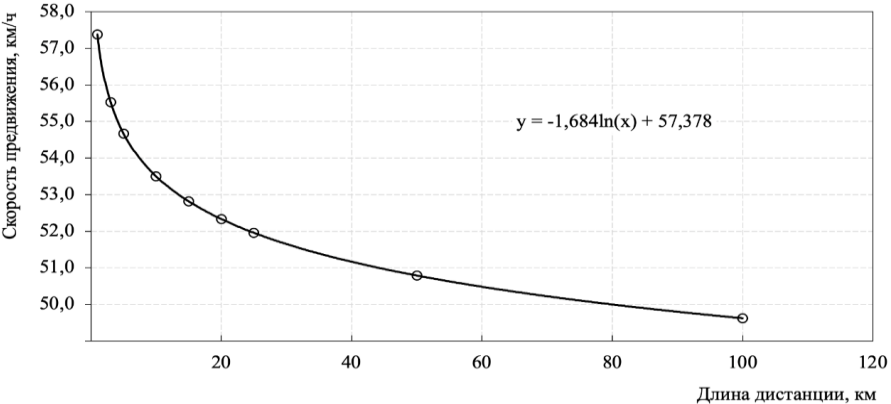


Рисунок 6 – Расчётная зависимость скорости передвижения от длины гоночной дистанции равнинного профиля («кривая рекордов по скорости») для велогонщиков-мужчин элитного уровня (по состоянию на 2021 год)

Для понимания природы индекса CRP важно отметить: каждая точка графика на рисунке 6, представляющая пару значений «длина дистанции – скорость», соответствует единственному значению CRP, равному 1 000 пунктам. Каждая колонка таблицы 4 показывает зависимость скорости от уровня подготовки (или CRP) на заданной дистанции, описанную логистической функцией. Определение коэффициентов этой функции по формуле (4) учитывало нормы EBCK и анализ протоколов соревнований по велоспорту последних лет с использованием информационной системы ЕИСП «Велоспорт России» [48].

Объединение формул (2) и (4) позволяет рассчитать CRP спортсменов на тренировочных и соревновательных трассах шоссейного велоспорта. Однако эта методика корректна лишь для равнинных и закольцованных трасс, так как различные профили трасс существенно влияют на показатели CRP. Исследования показали, что профиль трассы сильно влияет на CRP: с увеличением градиента (подъёма) снижается средняя скорость гонщика, а следовательно, и его индекс CRP. Чем круче средний подъём, тем ниже CRP, что демонстрирует зависимость между градиентом и снижением индекса (представлено на рисунке 7 [49]).

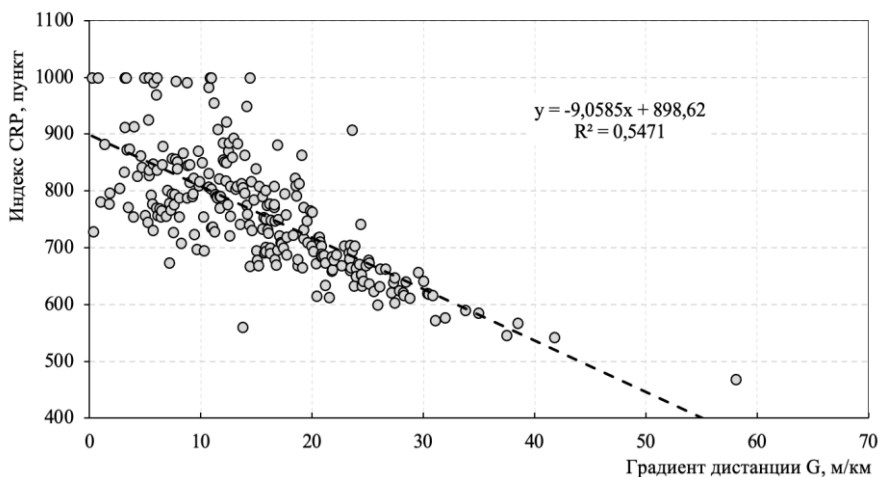


Рисунок 7 – Зависимость между параметрами «общий градиент дистанции» и «индекс CRP» на соревнованиях по велосипедному спорту – шоссе серии Гранд Тур (этапы) за период 2018–2021 годов (n=252) [49]

Угловой коэффициент графика на рисунке 7 показывает, что индекс CRP снижается примерно на девять пунктов при увеличении

градиента трассы на каждый 1 м/км. Это существенно и поэтому требует включения поправочного коэффициента в формулу CRP для корректировки скорости с учётом рельефа. Без этого поправка CRP может быть неточной, особенно на сложных участках.

Таким образом, окончательная формула CRP учитывает три ключевых параметра внешней стороны нагрузки: длину дистанции, время прохождения и сумму перепадов высот. Время преодоления дистанции при заданном градиенте зависит от мощности педалирования [50].

В ходе исследования подтверждена гипотеза о том, что индекс CRP, зависящий от параметров s , t и TC , тесно коррелирует с мощностью педалирования. Для проверки этой гипотезы были проанализированы данные по индексам CRP и средней мощности педалирования у зарубежных (12 чел.) и российских (14 чел.) велогонщиков высокого уровня за 2022–2023 годы. На рисунке 8 представлена взаимосвязь между CRP и мощностью педалирования.

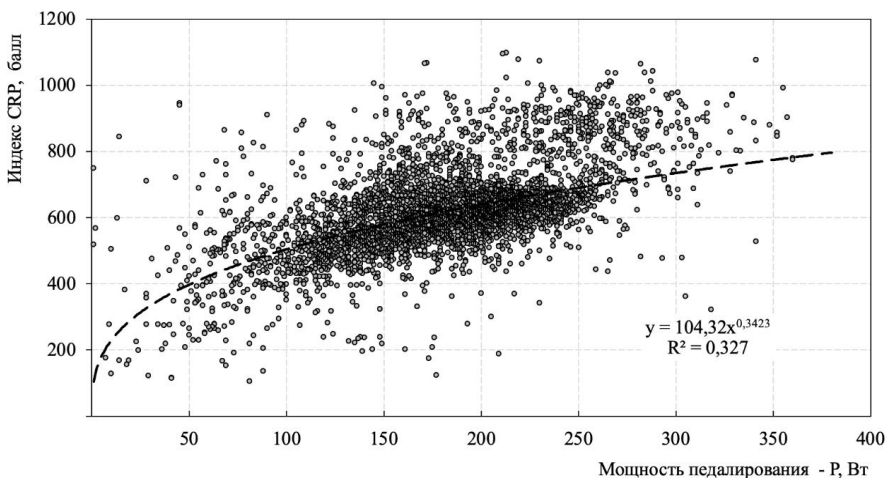


Рисунок 8 – Зависимость между параметрами «мощность педалирования» и «индекс CRP» в тренировочных и соревновательных сессиях у велосипедистов-шоссейников высокого класса ($n = 4\,356$)

В ходе анализа обработаны 4 356 записей тренировок и соревнований, где мощность педалирования измерялась с помощью специальных измерительных приборов. Корреляционное поле «CRP~P» формирует плотное пятно в диапазонах: 1) мощности 100–250 Вт и 2) индекса CRP – 400–700 баллов.

На графике 8 также наблюдается значительный разброс значений индекса «CRP~P» на крайних участках распределения, что обусловлено вариативностью условий проведения тренировок и соревновательных заездов – в частности, влиянием групповой динамики, погодных факторов, качества дорожного полотна и других внешних переменных. При этом анализ выбросов показал, что доля таких аномальных наблюдений составляет лишь 4,1 % от общего массива данных. Проведённый корреляционный анализ выявил тенденцию к увеличению значения индекса CRP с ростом средней мощности педалирования. Зависимость CRP от мощности описывается степенной функцией $CRP = f(P)$, при этом коэффициент корреляции составляет 0,327, что свидетельствует о наличии умеренной положительной связи.

С целью уточнения зависимости $CRP=f(P)$ был проведён сравнительный анализ данных двух шоссейных велогонщиков, различающихся по уровню спортивной подготовленности (спортсмены, занимающие позиции в первой и в 23-й сотнях рейтинга PCS на июль 2023 года) [51]. В исследование были включены 122 и 258 наблюдений значений «CRP~P», полученных в ходе их тренировок в естественных условиях. Распределение и характер зависимости представлены на рисунке 9.

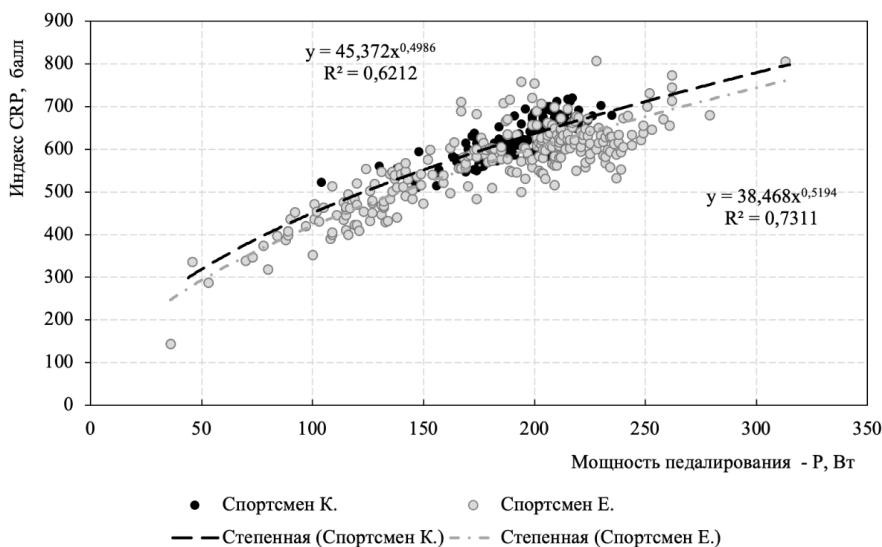


Рисунок 9 – Зависимость между параметрами «мощность педалирования» и «индекс CRP» в тренировочных сессиях у двух велосипедистов-шоссейников высокого класса различного уровня спортивной подготовленности (n = 380, суммарно)

Анализ данных на рисунке 9 и значений коэффициентов аппроксимации позволяет сделать следующие выводы:

- показатель степени аргумента имеет сходные значения у двух спортсменов с разным уровнем подготовленности, что подтверждает закономерность в функции $CRP=f(P)$;
- индекс CRP является функцией мощности педалирования с умеренной до сильной степенью взаимосвязи (по шкале Чеддока) [52];
- функция $CRP=f(P)$ предположительно имеет вид $CRP=a \cdot P^k$;
- велогонщик с более высоким уровнем подготовленности лучше использует мощность педалирования (преимущество около 5 %).

Ключевой вывод состоит в том, что индекс CRP, являющийся интегральным показателем, производным от пройденной дистанции (s), времени (t) и технической сложности трассы (TC), демонстрирует выраженную связь со средней мощностью педалирования. Установлено, что с ростом мощности на дистанции значение CRP увеличивается. Обратная зависимость также применима: при наличии индивидуальной функции $CRP=f(P)$, построенной на эмпирических данных спортсмена, становится возможным оценивать среднюю мощность педалирования без использования дорогостоящих измерителей мощности.

Выявленная зависимость $CRP=f(P)$ обладает высокой практической значимостью для научно-методического сопровождения тренировочного процесса в шоссейном велоспорте. Поскольку индекс CRP может быть рассчитан спортсменом самостоятельно на основе данных о длине дистанции и суммарном положительном перепаде высот, становится возможным определение средней мощности педалирования в полевых условиях – без применения специализированных измерителей мощности. Это открывает перспективы для доступного и регулярного мониторинга функционального состояния и эффективности тренировок.

Следующий этап обоснования использования показателя CRP в тренировках велогонщиков заключался в проверке ещё одной гипотезы – о его связи с потреблением кислорода – ключевым параметром внутренней физической нагрузки. Гипотеза возникла на основе выявленной связи CRP с мощностью педалирования. Для проверки гипотезы исследовали корреляцию между мощностью педалирования и средним потреблением кислорода через тестирование в стандартных условиях.

Метод велоэргометрии с использованием оборудования «Wattbike Pro» [53] был выбран для тестов, проведённых в мае–июне и сентябре–

октябре 2023 года, что соответствует началу и концу соревновательного периода подготовки. Участвовали 56 спортсменов (35 мужчин и 21 женщина) в возрасте от 10 до 36 лет, со спортивной квалификацией от третьего юношеского разряда до мастера спорта России международного класса. Специализация – шоссе и маунтинбайк, характеризующиеся соревновательными нагрузками продолжительностью более пяти минут, что предполагает аэробное преобладание в энергообеспечении [17], [54], [55].

Программа тестирования на «Wattbike Pro» включала два теста: 1) «20 minute FTP test» и 2) «5k Distance Challenge» (для спортсменов до 13 лет – «3k Distance Challenge»). Эти тесты были выбраны как надёжные и точные инструменты для измерения ключевых показателей, таких как функциональная пороговая мощность (FTP) и критическая мощность – P_{cr} [55], [56]. Цель каждого теста – достичь максимальной средней мощности педалирования за 20 минут или на дистанции пять километров. Спортсмены самостоятельно подбирали уровень внешнего сопротивления через аэродинамический тормоз и выбирали темп педалирования для достижения максимальной мощности.

Параметры газообмена и лёгочной вентиляции регистрировались с помощью системы MasterScreen (CareFusion, Германия). Частота сердечных сокращений контролировалась с помощью Polar Ignite. Биохимический контроль нагрузки осуществлялся путём замеров уровня лактата в крови до, во время нагрузки (каждые две минуты) и после неё (через три минуты) с помощью анализатора EKF Diagnostic BIOSEN_C line GP+.

Для повышения точности анализа из базы данных были удалены данные первых двух минут тестов, когда спортсмен адаптировался к нагрузке.

Напряжённость тестовой нагрузки оценивались индивидуально по следующим параметрам (средние значения):

- мощность педалирования – P ;
- частота сердечных сокращений – HR;
- скорость поглощения кислорода – $\dot{V}O_2$;
- скорость вентиляции лёгких (далее – лёгочная вентиляция) – VE;
- концентрация лактата в крови – La.

За стопроцентную напряжённость работы были выбраны значения параметров в тесте «5k Distance Challenge». Наиболее часто встречаемые интервалы отношений индивидуальных значений указанных

выше параметров в тесте «20 minute FTP test» по отношению к «5k Distance Challenge» представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Наиболее часто встречаемые интервалы индивидуальных отношений значений параметров напряжённости тестовой нагрузки в тесте «20 minute FTP test» к «5k Distance Challenge», полученных при тестировании у каждого спортсмена в обоих тестах

Параметр напряжённости тестовой нагрузки (отношение)	Характеристика	Пол спортсменов	
		мужской	женский
Мощность педалирования – $P(FTP)/P(5km)$, (%)	интервал	80–85	85–95
	количество	35	19
Частота сердечных сокращений – $HR(FTP)/HR(5km)$, (%)	интервал	95–100	96–102
	количество	36	19
Скорость потребления кислорода, абсолютная – $VO_2(FTP)/VO_2(5km)$, (%)	интервал	85–90	85–90
	количество	35	19
Лёгочная вентиляция – $VE(FTP)/VE(5km)$, (%)	интервал	70–90	70–90
	количество	36	19
Лактат – $La(FTP)/La(5km)$, (%)	интервал	60–80	60–80
	количество	30	9

Анализ данных таблицы 5 показал, что уровень физиологической напряжённости в тесте «5k Distance Challenge» выше по сравнению с тестом «20-minute FTP test». Наиболее выраженные различия выявлены в биохимическом компоненте нагрузки: соотношение концентрации лактата после выполнения FTP-теста и 5-километрового теста в большинстве случаев составляет 60–80 %, что указывает на более высокий метаболический стресс при прохождении короткой, но интенсивной дистанции.

Ключевым оценочным показателем специальной физической подготовленности (СФП) в шоссейном велоспорте является критическая мощность педалирования – $P_{cr}(t)$, определяемая как наибольшее значение средней мощности, которое спортсмен способен поддерживать на определённом временном интервале без резкого утомления [55], [56]. Этот параметр отражает устойчивость к высокоинтенсивной

нагрузке и напрямую связан с уровнем аэробного и смешанного аэробно-анаэробного потенциала спортсмена.

В ходе исследования были проанализированы корреляционные взаимосвязи между значениями $P_{cr}(t)$ и рядом физиологических и биохимических показателей, регистрируемых в процессе тестирования в естественных условиях. Целью анализа являлось выявление информативных параметров, позволяющих опосредованно оценивать уровень $P_{cr}(t)$ без необходимости применения дорогостоящих измерителей мощности. Сводные результаты корреляционного анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Теснота корреляционных связей мощности педалирования с регистрируемыми показателями в тестах «20 minute FTP test» к «5k Distance Challenge» у спортсменов мужского и женского пола

Параметр	Тест / пол спортсмена / теснота взаимосвязи (R^2)			
	«20 minute FTP test»		«5k Distance Challenge»	
	мужской (n=63)	женский (n=40)	мужской (n=38)	женский (n=22)
Частота сердечных сокращений (HR)	0,0004	0,0032	0,0142	0,2038
Скорость поглощения кислорода (VO_2)	0,9322	0,9442	0,9099	0,8748
Лёгочная вентиляция (VE)	0,8271	0,8602	0,9207	0,7304
Концентрация лактата (La)	0,0074	0,0441	0,3089	0,2105

Исследования показали, что наиболее сильная связь в обоих тестах у спортсменов мужского и женского пола наблюдается между мощностью педалирования и скоростью поглощения кислорода (диапазон коэффициентов аппроксимации R^2 составляет 0,88–0,94). Важно отметить, что следующий по силе связи параметр – это лёгочная вентиляция (R^2 в диапазоне 0,73–0,92). Взаимосвязь между VO_2 и VE в целом для обоих тестов у мужчин и женщин имеет вид линейной функции с уровнем R^2 равным 0,95.

В научных работах по велоспорту параметр «скорость поглощения кислорода» обычно измеряют в двух масштабах: абсолютном и относительном (на килограмм веса спортсмена). Можно предположить, что наиболее информативный показатель – это тот, который имеет более тесную связь с мощностью педалирования. Для проверки

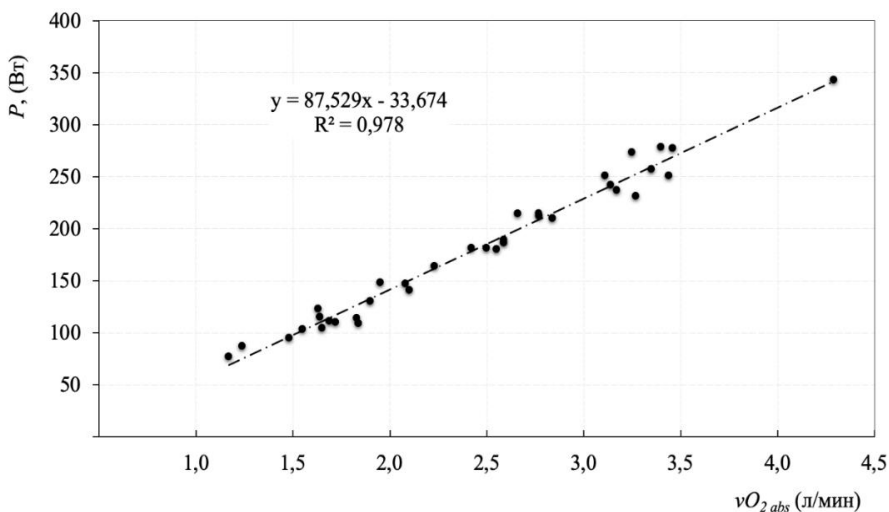
этого предположения был проведён сравнительный анализ корреляции между критической мощностью педалирования $P_{cr}(t)$ и двумя показателями: абсолютной средней скоростью поглощения O_2 – « $P \sim VO_2 abs$ » и относительной скоростью поглощения O_2 на килограмм веса спортсмена – « $P \sim VO_2 rel$ ». Результаты анализа для теста «20 minute FTP test» представлены в виде графиков на рисунке 10.

В научной литературе по велоспорту параметр «скорость потребления кислорода» (VO_2) традиционно оценивается в двух форматах: в абсолютных значениях (л/мин) и в относительных – с учётом массы тела спортсмена (мл/кг/мин) [17], [56] – [58]. Очевидно, что из двух форматов измерения потребления кислорода – абсолютного и относительного – более информативным считается тот, который сильнее коррелирует с критической мощностью педалирования $P_{cr}(t)$, поскольку именно он лучше отражает уровень функциональной готовности спортсмена.

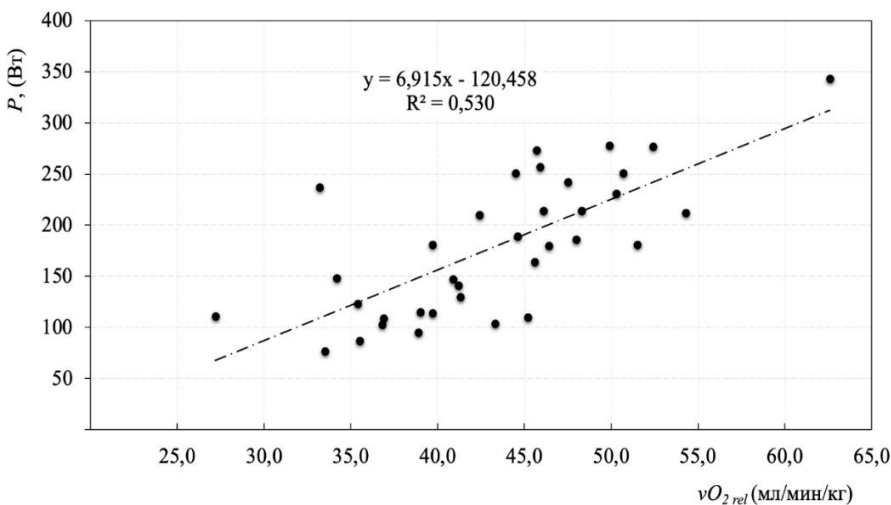
Для проверки данного предположения был проведён сравнительный корреляционный анализ между значением $P_{cr}(t)$ и двумя показателями: абсолютной средней скоростью потребления кислорода (обозначенной как $P \sim VO_2 abs$) и относительной скоростью потребления кислорода на килограмм массы тела ($P \sim VO_2 rel$). Результаты анализа, полученные по данным теста «20-minute FTP test», представлены в графической форме на рисунке 10.

Установлено, что средние значения мощности педалирования и скорости потребления кислорода находятся в линейной зависимости. При этом анализ плотности распределения точек на графиках рисунка 10 (по данным теста «20-minute FTP test») показывает существенные различия в степени рассеивания значений относительно линии регрессии. Особенно выраженные отклонения наблюдаются при использовании относительного показателя потребления кислорода ($VO_2 rel$), что подтверждается значением коэффициента детерминации R^2 : 0,978 для абсолютного VO_2 ($VO_2 abs$) и лишь 0,530 для относительного VO_2 ($VO_2 rel$). Эти данные указывают на более надёжную прогностическую силу абсолютного показателя в контексте оценки мощности педалирования.

Аналогичным способом был проведён сравнительный анализ зависимостей « $P \sim VO_2 abs$ » и « $P \sim VO_2 rel$ » в другом тесте – «5k Distance Challenge». Сводные данные по обоим тестам у спортсменов мужского и женского пола различного возраста представлены в таблице 7.



1) взаимосвязь $P \sim VO_{2\text{ abs}}$



2) взаимосвязь $P \sim VO_{2\text{ rel}}$

Рисунок 10 – Взаимосвязь между параметрами «мощность педалирования» и 1) абсолютной (верхний рисунок) и 2) относительной (нижний рисунок) скоростью потребления кислорода у одних и тех же спортсменов в тесте «20 minute FTP test» ($n = 35$)

Таблица 7 – Значения достоверности аппроксимации (R^2) линейной регрессии между мощностью педалирования и скоростью поглощения кислорода – абсолютной и относительной (на один кг веса спортсмена) у одних и тех же спортсменов в различных тестах

Категория спортсменов	Тест / зависимость / R^2			
	«20 minute FTP test»		«5k Distance Challenge»	
	P ~ VO_2 abs	P ~ VO_2 rel	P ~ VO_2 abs	P ~ VO_2 rel
Спортсмены мужского пола (n=35)	0,978	0,530	0,946	0,434
Спортсмены женского пола (n=21)	0,965	0,267	0,888	0,516

Результаты исследования, охватывающего мужчин и женщин различных возрастов и уровней подготовленности, демонстрируют, что взаимосвязь между мощностью педалирования и абсолютной скоростью потребления кислорода (VO_2 abs) является статистически более выраженной и физиологически значимой по сравнению с её относительным аналогом (VO_2 rel). Эта закономерность особенно чётко проявляется при объединённом анализе данных, включающем широкий диапазон показателей, от юниоров до высококвалифицированных спортсменов. У последних, как правило, наблюдаются не только более высокие значения потребления кислорода в абсолютных величинах, но и существенно большие мощности педалирования, что подчёркивает ограниченность использования относительного VO_2 в качестве универсального маркера. Таким образом, абсолютная скорость потребления кислорода может рассматриваться как более надёжный и объективный показатель аэробной мощности при оценке СФП в шоссейном велоспорте.

Широкий возрастной охват выборки позволил провести корреляционный анализ зависимости мощности педалирования от хронологического возраста, с последующим распределением данных по квалификационным категориям. На рисунке 11 представлена модель возрастной динамики мощности педалирования у мужчин, построенная на основе результатов теста «20-minute FTP test». Выявленная тенденция характерна и для других сочетаний параметров «возраст × уровень подготовленности – тип теста», подтверждая наличие типовой возрастной траектории развития силовой выносливости.

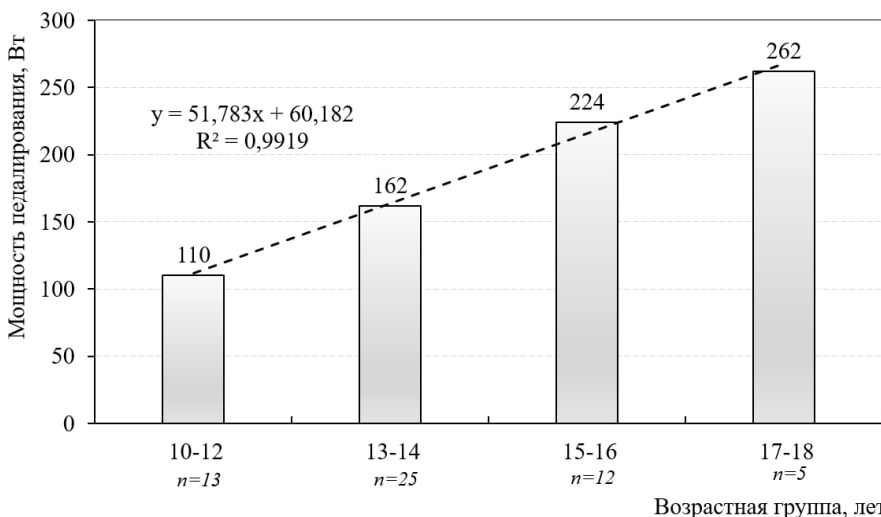


Рисунок 11 – Взаимосвязь мощности педалирования (средние значения) с возрастом спортсменов мужского пола (по возрастным группам) и спортивной квалификацией в тесте «20 minute FTP test»

Межгрупповой анализ показал статистически значимые различия средней мощности педалирования у мужчин во всех возрастных категориях ($p < 0,05$). У женщин достоверные различия были зафиксированы только в возрастной группе 10–18 лет. В группах 19–20 и 21–22 лет (соответственно 5 и 4 участницы) численность выборки оказалась недостаточной для проведения надёжного статистического анализа.

Дополнительно установлены выраженные линейные зависимости между мощностью педалирования, абсолютной скоростью потребления кислорода ($VO_2 \text{ abs}$) и лёгочной вентиляцией (VE). Уровень корреляции с $VO_2 \text{ abs}$ варьировал в диапазоне $R^2 = 0,94–0,97$, что соответствует интерпретации «очень высокая связь». Корреляция с показателем VE находилась в пределах $R^2 = 0,85–0,96$ и характеризуется как «высокая – очень высокая». Полученные результаты подтверждают физиологическую обоснованность использования $VO_2 \text{ abs}$ и VE в качестве надёжных индикаторов функционального состояния спортсмена при оценке специальной выносливости.

Анализ линейных коэффициентов в уравнении зависимости критической мощности педалирования от абсолютной скорости потребления кислорода – $P_{cr}(t) = f(VO_2 \text{ abs})$ в различных тестах показал

высокую степень их совпадения. Среднее значение прироста мощности составило 87,0 Вт на каждый литр потребляемого кислорода в минуту, за исключением группы женщин в тесте «20-minute FTP test», для которой этот показатель был несколько выше – 96,6 Вт/л/мин.

Полученная тождественность коэффициентов линейной зависимости подтверждает возможность построения единой обобщённой модели $P_{cr}(t) = f(\dot{V}O_2 \text{ abs})$ для всех категорий участников. Сводный график парных значений мощности педалирования и абсолютного потребления кислорода, объединяющий данные обоих тестов, представлен на рисунке 12 с наложенными линиями корреляции.

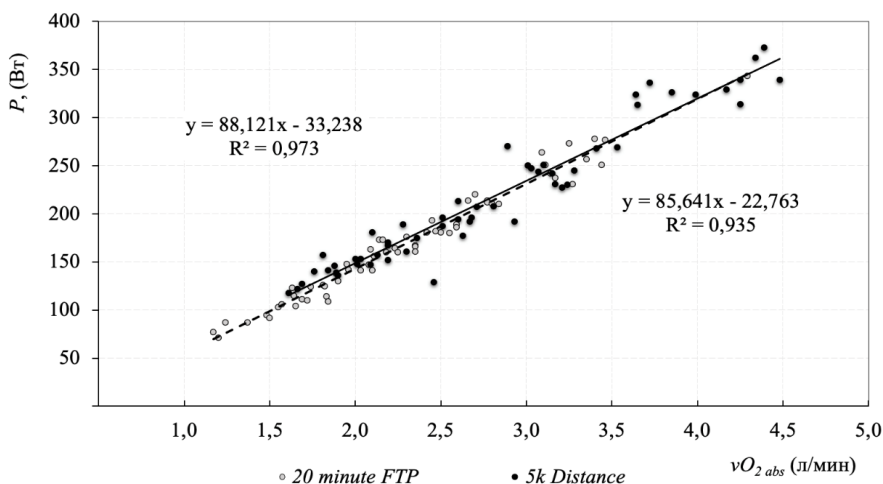


Рисунок 12 – Зависимости между параметрами «мощность педалирования» и «абсолютная скорость потребления кислорода» в тестах Wattbike «20 minute FTP test» и «5k Distance Challenge» (n=112)

График на рисунке 12 показывает прямо пропорциональную корреляцию между мощностью педалирования и абсолютной скоростью потребления кислорода. Чем выше показатель $\dot{V}O_2 \text{ abs}$ в тесте, тем большую критическую мощность педалирования спортсмен может удерживать, с соотношением примерно 86–88 Вт на литр $\dot{V}O_2 \text{ abs}$. Рекордные значения $\dot{V}O_2 \text{ abs}$ у элитных велогонщиков (5,5–6,0 л/мин) соответствуют мощности 490–530 Вт. Угловой коэффициент линейной функции $P(t) = a \cdot \dot{V}O_2 \text{ abs} + b$ практически постоянен, что подтверждает одинаковое соотношение $P / \dot{V}O_2 \text{ abs}$ для всех участников исследования, как показано в формуле (5).

График, представленный на рисунке 12, иллюстрирует выраженную прямую пропорциональную зависимость между критической мощностью педалирования и абсолютной скоростью потребления кислорода ($\text{VO}_2 \text{ abs}$). Установлено, что с увеличением $\text{VO}_2 \text{ abs}$ возрастает и мощность, которую спортсмен способен устойчиво поддерживать, при среднем соотношении порядка 86–88 Вт на каждый литр потребляемого кислорода в минуту.

Так, для элитных велогонщиков, демонстрирующих значения $\text{VO}_2 \text{ abs}$ в диапазоне 5,5–6,0 л/мин, соответствующая критическая мощность составляет 490–530 Вт. Постоянство углового коэффициента в уравнении линейной регрессии $P(t)=a*\text{VO}_2 \text{ abs}+b$ подтверждает устойчивость соотношения $P / \text{VO}_2 \text{ abs}$ среди всех участников, независимо от пола, возраста и уровня подготовленности. Данная закономерность формализована в уравнении (5).

$$P = 88,2*\text{VO}_2 - 33,3 \quad (5)$$

где,

P – мощность педалирования, Вт;

VO_2 – скорость поглощения кислорода.

Функциональная пороговая мощность педалирования (FTP) определяется как максимальная мощность, которую спортсмен способен поддерживать на протяжении 60 минут без развития выраженного утомления [56]. На практике FTP оценивается с помощью 20-минутного теста с последующей корректировкой результата путём умножения на коэффициент 0,95. Этот показатель широко применяется для индивидуализации тренировочного процесса, настройки нагрузок на велоэргометрах типа Wattbike и расчёта тренировочных зон интенсивности [56].

Таким образом, FTP играет ключевую роль в управлении тренировками, а её значение тесно связано с показателем средней гоночной скорости, которая напрямую зависит от мощности педалирования. В свою очередь, мощность педалирования физиологически ограничена уровнем потребления кислорода (VO_2). Данная взаимосвязь имеет принципиальное значение, так как объединяет в единую логическую и диагностическую систему три фундаментальных компонента соревновательной эффективности: скорость движения, мощность педалирования и аэробную производительность.

Методика расчёта индекса CRP позволяет, зная длину дистанции, суммарный положительный перепад высот и время прохождения, опосредованно оценить как мощность педалирования, так и уровень потребления кислорода спортсмена. Такой подход обеспечивает возможность анализа физиологических характеристик без использования специализированного оборудования. Пример практического применения данной методики для спортсмена К. представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Пример расчёта параметров тренировочной нагрузки по велосипедному спорту – шоссе спортсмена К.

Тренировочная сессия	Параметр (единица измерения)							
	s	TC	t	G	v	CRP	P	VO ₂
	км	м	мин	м/км	км/ч	пункт	Wt	мл/мин
04.08.2024	34,4	170	81,0	4,9	25,48	457	131	1,90
12.08.2024	46,9	300	115,0	6,4	24,47	454	130	1,88
19.08.2024	5,0	10	10,6	2,0	28,30	455	131	1,89

Индекс CRP представляет собой интегральный показатель, отражающий совокупность ключевых физических и физиологических характеристик подготовленности велосипедиста. Он учитывает как мощность педалирования, так и скорость потребления кислорода, тем самым обеспечивая комплексную оценку физической нагрузки спортсмена в реальных условиях. Благодаря своей универсальности CRP может служить надёжным инструментом мониторинга тренировочного эффекта и соревновательной готовности.

В результате исследования было установлено практическое правило: чем выше уровень абсолютного потребления кислорода (VO₂abs), зафиксированного во время специального теста, тем выше демонстрируемые спортсменом значения мощности педалирования, скорости движения и, соответственно, индекса CRP во время гонки. Эта закономерность подтверждает фундаментальный принцип биоэнергетики, согласно которому скорость потребления кислорода в организме напрямую отражает интенсивность окислительных процессов в тканях, являющихся источником мышечной энергии [17].

Данное правило показало свою воспроизводимость и применимость в различных группах испытуемых, независимо от возраста,

пола и уровня спортивной квалификации, что подтверждает его практическую ценность для оценки функционального состояния в контексте длительных шоссейных велогонок.

На основе анализа представленных данных формулируются два ключевых вывода.

1) При прочих равных условиях велосипедисты с сопоставимым уровнем абсолютного потребления кислорода ($\text{VO}_2 \text{ abs}$) демонстрируют сходные значения мощности педалирования и индекса CRP, что предполагает близкие показатели соревновательной результативности.

2) Спортсмены с более высоким $\text{VO}_2 \text{ abs}$, а следовательно – с более высокой мощностью педалирования и значением индекса CRP, обладают преимуществом в условиях длительных шоссейных гонок, где решающим критерием успеха выступает минимальное время преодоления дистанции.

Указанные выводы формируют основу тренировочной стратегии: на этапах начальной и базовой подготовки приоритет должен отдаваться развитию аэробных способностей как определяющего фактора спортивной результативности. Этот подход согласуется с позицией одного из ведущих отечественных специалистов в области биоэнергетики мышечной деятельности Н.И. Волкова, согласно которой эффективность тренировочного процесса определяется степенью влияния применяемых средств на ведущие механизмы, обеспечивающие рост спортивного результата [17].

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется использовать индекс CRP (Cycling Rating Points) как интегральный показатель уровня специальной физической подготовленности велосипедистов, основанный на объективных параметрах дистанции, времени прохождения и рельефа трассы, с последующим расчетом мощности педалирования и скорости потребления кислорода, что позволяет осуществлять научно обоснованный и сопоставимый отбор спортсменов независимо от места, времени и условий проведения соревнований.

3.1.3. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки физического развития в стандартных тестированиях

Отбор и определение спортивной специализации в велоспорте следует проводить с учётом уровня специальной физической

подготовленности, который измеряется стандартными тестами на велоэргометре. Процесс включает два этапа:

- определение текущего уровня СФП с помощью тестирования;
- сравнение полученных данных с целевыми показателями для соответствующей категории спортсменов (учитывая пол, возраст и дисциплину).

Для велоспорта рекомендуется использовать велоэргометр Wattbike или подобные ему с тестами «20 minute FTP test» и «5k Distance Challenge», поскольку они учитывают специфические нагрузки. Разница между тестами состоит в предельном времени работы: 20 минут для «20 minute FTP test» и около 7–8 минут для «5k Distance Challenge» у спортсменов старше 13 лет (до 12 лет тест проводится на 3 км с длительностью около 5 минут 40 секунд). Сравнительный анализ параметров физической нагрузки для этих тестов представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Сравнительный анализ значений параметров физической и физиологической сторон нагрузки в тестах «20 minute FTP test» и «5k Distance Challenge» с использованием велоэргометра Wattbike (n=65)

Параметр нагрузки	Тест	Показатель / значение						
		n _i	\bar{X}	cv	min	max	95 % НДП	95% ВДП
Мощность педалирования P (Вт)	«20 мин»	132	175,7	53,6	77,0	313,0	166,5	184,9
	«5 км»	68	224,1	69,6	118,0	373,0	207,2	241,0
Частота сердечных сокращений HR (уд/мин)	«20 мин»	129	179,7	11,1	143,5	200,0	177,7	181,6
	«5 км»	68	186,8	8,7	156,3	203,0	184,7	188,9
Скорость поглощения кислорода VO ₂ (мл/мин)	«20 мин»	129	2,31	0,60	0,37	0,74	2,20	2,41
	«5 км»	68	2,82	0,77	0,59	1,61	2,64	3,01
Лёгочная вентиляция VE (л/мин)	«20 мин»	129	82,5	23,4	37,1	142,8	78,4	86,6
	«5 км»	68	114,7	31,8	60,6	174,9	107,0	122,4
Концентрация соли молочной кислоты La (ммоль/л)	«20 мин»	79	4,7	1,9	1,5	10,3	4,3	5,1
	«5 км»	43	8,1	2,4	3,5	13,0	7,3	8,8

Примечания:

- 1) «20 мин» – тест «20 minute FTP test»;
- 2) «5 мин» – тест «5k Distance Challenge»;
- 3) НДП – нижний допустимый предел;
- 4) ВДП – верхний допустимый предел.

Данные из таблицы 9 показывают, что интенсивность нагрузки в тесте «5k Distance Challenge» значительно выше, чем в «20 minute FTP test», что подтверждается и отзывами спортсменов. Исходя в том числе из значений лактата, тест «20 minute FTP test» рекомендуется для оценки аэробной выносливости (La у 95 % испытуемых равен 4,3–5,1 ммоль/л), а тест «5k Distance Challenge» – для оценки смешанной аэробно-анаэробной выносливости (La (95 %) = 7,3–8,8 ммоль/л).

Тест «20 minute FTP test» можно использовать, в том числе в программах ЭКО для спортсменов 10 лет и старше с медицинским допуском, а «5k Distance Challenge» – для спортсменов старше 13–14 лет с опытом подготовки от четырёх лет. В «20 minute FTP test» рекомендуются следующие ключевые показатели СФП: мощность педалирования, абсолютная скорость потребления кислорода и лёгочная вентиляция. Целевые значения этих показателей для спортсменов мужского и женского полов представлены в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Целевые показатели физической и физиологической сторон нагрузки в тесте «Wattbike 20 minute FTP test» для оценки (по возрастным группам) уровня специальной физической подготовленности спортсменов мужского пола в длительных локомоциях велосипедного спорта

Возрастная группа	Параметр	Показатель / значение						
		n_i	\bar{X}	cv	min	max	95 % НДП	95% ВДП
10–12 лет	P (Вт)	21	122,2	23,0	77	162	112	133
	VO_2 (л/мин)	21	1,73	0,34	0,74	2,27	1,58	1,89
	VE (л/мин)	21	58,9	12,7	37,1	83,9	53,1	64,7
13–14 лет	P (Вт)	40	152,8	41,6	67	230	139	166
	VO_2 (л/мин)	39	2,19	0,45	1,17	2,95	2,04	2,34
	VE (л/мин)	39	77,4	18,2	39,1	111,1	71,5	83,3
15–16 лет	P (Вт)	27	214,7	29,3	148	273	203	226
	VO_2 (л/мин)	23	2,84	0,44	2,02	3,78	2,64	3,03
	VE (л/мин)	23	94,5	13,8	72,0	120,6	88,5	100,5
17–18 лет	P (Вт)	5	262,2	20,1	240	283	237	287
	VO_2 (л/мин)	5	3,22	0,28	2,94	3,63	2,87	3,58
	VE (л/мин)	5	111,0	12,1	96,2	124,4	96,1	126,0
19–22 года	P (Вт)	5	274,8	42,9	230	321	222	328
	VO_2 (л/мин)	5	3,32	0,51	2,71	4,00	2,68	3,95
	VE (л/мин)	5	120,0	22,1	83,1	142,8	92,5	147,4

Примечания:

1) НДП – нижний допустимый предел;

2) ВДП – верхний допустимый предел.

Таблица 11 – Целевые показатели физической и физиологической сторон нагрузки в тесте «Wattbike 20 minute FTP test» для оценки (по возрастным группам) уровня специальной физической подготовленности спортсменов женского пола в длительных локомоциях велосипедного спорта

Возрастная группа	Параметр	Показатель / значение						
		n _i	\bar{X}	cv	min	max	95 % НДП	95% ВДП
10–12 лет	Р (Вт)	10	114,9	21,9	86	143	99	131
	VO ₂ (л/мин)	10	1,61	0,21	1,27	1,94	1,46	1,76
	VE (л/мин)	10	59,0	10,7	46,1	77,9	51,4	66,7
13–14 лет	Р (Вт)	8	152,6	29,4	107	198	128	177
	VO ₂ (л/мин)	8	2,00	0,21	1,61	2,33	1,82	2,18
	VE (л/мин)	8	73,9	11,2	54,8	90,2	64,5	83,3
15–16 лет	Р (Вт)	13	160,2	28,6	124	220	143	178
	VO ₂ (л/мин)	13	2,09	0,28	1,72	2,73	1,92	2,26
	VE (л/мин)	13	85,9	17,0	67,9	131,3	75,6	96,2
17–18 лет	Р (Вт)	5	170,8	25,1	146	206	140	202
	VO ₂ (л/мин)	5	2,20	0,17	1,94	2,38	1,98	2,41
	VE (л/мин)	5	84,8	13,8	68,5	98,4	67,7	101,9
19–22 года	Р (Вт)	7	231,6	66,1	131	290	170	293
	VO ₂ (л/мин)	7	2,71	0,60	1,80	3,34	2,15	3,27
	VE (л/мин)	7	102,2	26,3	67,3	127,6	78,0	126,5

Примечания:

1) НДП – нижний допустимый предел;

2) ВДП – верхний допустимый предел.

Целевые показатели физической и физиологической нагрузки, полученные по результатам теста «Wattbike 20-minute FTP test» (таблицы 10 и 11) и представленные в формате среднего значения (\bar{X}), могут служить начальными ориентирами при отборе и спортивной ориентации.

Показатели, выраженные через 95 % доверительные пределы (нижнюю и верхнюю границы – НДП и ВДП), позволяют предварительно оценить диапазон индивидуальной предрасположенности спортсмена к длительным локомоциям в велосипедном спорте.

Следует отметить, что все шесть полученных зависимостей в возрастном диапазоне «10–22 года» имеют ярко выраженный линейный характер с коэффициентом аппроксимации R^2 на уровне 0,95–0,99 (спортсмены мужского пола) и 0,89–0,93 (спортсмены женского пола). Тесная связь между этими факторами позволяет создать математическую модель целевых параметров специальной физической подготовленности в зависимости от возраста в длительных локомоциях велосипедном спорте – представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Целевые значения физической и физиологической нагрузки в тесте «Wattbike 20-minute FTP test» для оценки уровня специальной физической подготовленности спортсменов в условиях длительных локомоций в велосипедном спорте (результаты математического моделирования)

Параметр	Возраст спортсмена, лет												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Спортсмены мужского пола													
P (Вт)	91	111	132	152	173	194	214	235	255	276	296	317	337
VO ₂ (л/мин)	1,50	1,71	1,92	2,14	2,35	2,56	2,78	2,99	3,20	3,42	3,63	3,84	4,06
VE (л/мин)	50	58	66	73	81	89	96	104	112	120	127	135	143
Спортсмены женского пола													
P (Вт)	97	109	121	133	145	158	170	182	194	207	219	231	243
VO ₂ (л/мин)	1,47	1,58	1,70	1,81	1,93	2,04	2,16	2,27	2,39	2,51	2,62	2,74	2,85
VE (л/мин)	55	59	64	69	74	79	83	88	93	98	103	107	112

Таблица 12 содержит усреднённые модельные значения целевых показателей физической и физиологической нагрузки, рассчитанные для теста «Wattbike 20-minute FTP test», используемого в целях оценки уровня специальной физической подготовленности велосипедистов. Существенное отклонение индивидуальных значений от представленных в таблице (более чем на 10 % в любую сторону) может указывать на выраженную предрасположенность спортсмена к длительным

велолокомоциям – как в положительном, так и в отрицательном аспекте, в зависимости от направления отклонения.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Для отбора и спортивной ориентации юных велосипедистов в дисциплинах, требующих развития выносливости аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера, рекомендуется обязательное применение стандартных велоэргометрических тестов (в частности, «Wattbike 20-minute FTP test» и «5k Distance Challenge»), позволяющих объективно оценить уровень специальной физической подготовленности и сопоставить его с установленными целевыми возрастными нормами по мощности, потреблению кислорода и вентиляции; отклонение более чем на 10 % от модельных значений служит индикатором выраженной или недостаточной predisposition спортсмена к длительным локомоциям.

3.1.4. Научно-методические рекомендации для отбора спортсменов методом оценки уровня СФП в гонках

Велогонки в дисциплинах «шоссе» и «маунтинбайк» из-за особенностей трасс на дорогах общего пользования и природных участках не имеют стандартных параметров по длине и сложности, что затрудняет оценку уровня СФП спортсменов. Оптимальным решением является использование индекса CRP, методика расчёта которого представлена в 3.1.2.

Вычисление гоночного индекса CRP для длительных дистанций проводится по формуле 6, специальные коэффициенты которой основаны на последних достижениях ведущих спортсменов.

$$\left\{ \begin{array}{l} v_{nrm} = (v - k_G \cdot G) / k_{mw} \\ v_{rec} = -1,684 \cdot \log s / \log e + v_{rec}(1 \text{ km}) \\ CRP = 1000 \cdot ((\log(L / (v_{nrm} / v_{rec} + d)) - 1) / \log e) / (-k) + X_0 \end{array} \right. \quad (6)$$

где

v – фактическая средняя скорость прохождения гоночной дистанции спортсменом, км/ч;

k_G – коэффициент градиента трассы, отражающий влияние рельефа на скорость, принимается равным $-0,4342$;

G – градиент трассы, выраженный как отношение суммарного положительного перепада высот к длине дистанции, м/км;

k_{mw} – коэффициент учёта пола спортсмена:

– для мужчин: 1,000;

– для женщин: 0,8965;

V_{nrm} – приведённая скорость передвижения с учётом трудности дистанции и пола спортсмена (нормализованная скорость), км/ч;

s – длина гоночной дистанции, км;

e – основание натурального логарифма, математическая константа ($e \approx 2,71828$);

$v_{rec}(1km)$ – эталонная «рекордная» скорость (км/ч), приведённая к дистанции 1 км в различных группах дисциплин велоспорта:

– трек: 62,580 км/ч,

– шоссе: 60,720 км/ч,

– маунтинбайк (проф. трассы): 25,494 км/ч,

– маунтинбайк (любительские трассы): 44,157 км/ч,

– фэтбайк (зимний): 30,282 км/ч,

– велокросс: 27,921 км/ч;

V_{rec} – «рекордная» скорость передвижения, приведённая к длине дистанции s в рамках соответствующей группы спортивных дисциплин велоспорта (основана на кривой рекордов скорости), км/ч;

L , k , X_0 , d – параметры логистической функции Ферхюльста, применяемой для нормирования показателей:

– $L = 1,000$,

– $k = 4,410$,

– $X_0 = 0,536$,

– $d = -0,120$.

Для отслеживания динамики СФП через индекс CRP оптимальны следующие три условия проведения гонки:

1) формат – индивидуальная гонка на время;

2) кольцевая дистанция, где старт и финиш максимально близки друг к другу;

3) отсутствие внешних условий, влияющих на скорость.

Такие идеальные условия редки – топовые гонщики участвуют в индивидуальных гонках на время всего 5–7 раз за сезон, а подходящих для точного расчёта индекса CRP может быть лишь 1–2 гонки. Поэтому для надёжного мониторинга CRP рекомендуется проводить регулярные контрольные тренировки в условиях, максимально приближенных к гоночным, на одной и той же трассе. Средний уровень СФП за сезон можно определять по средней величине CRP, рассчитанной

по пяти лучшим результатам индивидуальных гонок за предыдущие 365 дней, исключая выбросы некорректных результатов, с использованием формулы (7).

$$CRP_{ITT(5)} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 CRP_i \quad (7)$$

где

$CRP_{ITT(5)}$ – среднее значение гоночного индекса CRP по результатам пяти индивидуальных гонок на время (individual time trials);

CRP_i – значение индекса CRP в i -й индивидуальной гонке на время.

Расчёт индекса CRP можно также осуществлять и на базе результатов групповых велосипедных гонок. При этом из расчётов следует исключить гонки, в которых достижение высокой индивидуальной скорости передвижения не являлось основной задачей спортсмена. При этом можно также использовать формулу 7. Таким образом, выявление в относительно однородной группе спортсменов гонщиков с наибольшим значением среднегоночного индекса CRP даёт основание для зачисления их в категорию перспективных спортсменов.

Рекомендуется при этом учитывать также и продолжительность соревновательной деятельности, условно разделённую по времени преодоления гоночной дистанции:

- «короткие гонки» (1–2,5 минуты);
- «средние гонки» (2,5–5 минут);
- «длинные гонки I типа» (5–10 минут);
- «длинные гонки II типа» (10 и более минут).

«Короткие гонки» с максимальным временем выполнения физической нагрузки от одной до 2,5 минут характеризуются максимальным истощением анаэробной гликолитической ёмкости метаболического источника [17]. Эти гонки обеспечиваются в основном за счёт гликолитических анаэробных механизмов энергетического обмена. Их использование во время тренировок улучшает тканевые адаптации к работе в условиях высокого кислородного долга.

«Средние гонки» характеризуются промежуточным типом энергообеспечения.

«Длинные гонки I типа» с предельным временем выполнения физической нагрузки от 5 до 10 минут характеризуются максимальной

скоростью аэробных превращений в работающих мышцах. В это время анаэробный гликолиз всё ещё происходит, но его интенсивность снижается из-за истощения запасов гликогена в мышцах и накопления молочной кислоты. Такие нагрузки не только улучшают аэробную выносливость, но и положительно влияют на анаэробные возможности организма.

«Длинные гонки II типа» имеют предельное время выполнения физической нагрузки от 10 минут и более с преобладанием аэробного механизма энергообеспечения. Энергетические затраты в таких гонках покрываются главным образом аэробными процессами, а участие анаэробных процессов ограничивается начальной фазой работы, когда возникает задержка доставки кислорода к задействованным мышцам [17], [54].

Полученное наибольшее значение среднегоночного индекса CRP в одной из указанных выше категории гонок может указывать на генетическую предрасположенность спортсмена к выполнению предельных физических нагрузок благодаря определённому механизму энергообеспечения.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Для объективной оценки уровня специальной физической подготовленности в велоспорте рекомендуется использовать гоночный индекс CRP, рассчитываемый по индивидуальным гонкам на время или приближённым тренировкам. Для многолетнего мониторинга уровня СФП предлагается применять среднее значение CRP по пяти лучшим результатам за год – $CRP_{пт(5)}$, а также учитывать категорию гонки по продолжительности, что позволяет выявить предрасположенность спортсмена к определённым типам нагрузок.

3.1.5. Научно обоснованные рекомендации по 3.1

Отбор и спортивная ориентация юных спортсменов, претендующих на достижение высоких результатов в шоссейных велогонках, должны основываться на объективных, надёжных и валидизированных показателях уровня общей и специальной физической подготовленности. В качестве ключевых инструментов первичной и текущей оценки целесообразно использовать следующие методы:

– комплекс нормативов общей физической подготовленности (ОФП), регламентированный федеральным стандартом спортивной

подготовки по велосипедному спорту, с интерпретацией результатов через балльную шкалу логистического типа. Такой подход обеспечивает объективную и стабильную дифференциацию уровня моторной одарённости и функциональной готовности спортсменов;

– контрольные заезды в формате индивидуальной гонки на время, с последующим расчётом гоночного индекса CRP, выступающего в качестве интегрального маркера готовности к длительным локомоционным нагрузкам в условиях соревновательной динамики;

– эргометрические тесты, в том числе «20-minute FTP test» и «5k Distance Challenge», позволяющие количественно оценить мощность педалирования, а также связанные с ней показатели аэробного и смешанного аэробно-анаэробного энергообеспечения по параметрам потребления кислорода (VO_2) и лёгочной вентиляции (VE).

Систематическое применение указанных процедур в течение 2–3 лет создаёт персонализированную базу объективных данных, необходимую для достоверного прогноза спортивной специализации и оценки потенциала каждого спортсмена. Все мероприятия могут быть интегрированы в систему этапного комплексного контроля и реализованы в цифровом формате на базе учреждения, осуществляющего подготовку, что существенно повышает точность и оперативность принятия тренерских решений.

3.2. Целенаправленный тренировочный процесс в современной теории и практике подготовки высококвалифицированных спортсменов

Для достижения целенаправленного управления тренировочным процессом спортсмена необходимо установить цель, а именно – достижение наивысшего уровня специальной физической подготовленности в заданный период. Этот уровень достигается за счёт выполнения специализированных физических упражнений, параметры которых определяют характер нагрузки.

Ключевым фактором для спортсменов высокого уровня в длительных велогонках является высокая степень специализированности тренировок. Исследования показывают, что некоторые ведущие велосипедисты мира используют общеразвивающие упражнения не более чем на 10 % общего тренировочного времени, фокусируясь на упражнениях специального характера. За год такие спортсмены

выполняют до 1260 часов нагрузки в специально-подготовительных упражнениях, что подчёркивает мононагрузочный характер велоспорта [60].

Как уже было указано выше, ключевыми параметрами физической работы для оценки подготовленности спортсмена являются следующие три (в совокупности):

- 1) продолжительность работы (время);
- 2) трудность дистанции;
- 3) мощность педалирования (при отсутствии данных о мощности – скорость передвижения, учитывая их высокую корреляцию).

Эти параметры обеспечивают достаточную информационную ценность для управления тренировочным процессом.

Для анализа предельных значений ключевых параметров физической работы у спортсменов высокого уровня в длительных велогонках были проведены специально организованные исследования. Выборка включала 36 квалифицированных шоссейных велосипедистов-мужчин, представляющих профессиональные клубы, с карьерными позициями в рейтинге Proscyclingstat (ТОП-100 – 21 спортсмен, ТОП-200 – 15 спортсменов), в возрасте 23–38 лет (на 2024 год). Период исследования охватывал 2016–2023 годы. В фокусе – суммарные и средние годовые параметры макроцикла, с учётом полного доступа к данным спортсменов. Всего проанализированы данные 256 человеко-сезонов.

3.2.1. Параметр физической работы «время СПУ»

Показатель «время специальной подготовительной работы» (время СПУ) является одним из наиболее доступных и массово применяемых параметров в профессиональном и любительском велоспорте. Его измерение возможно с использованием самых простых технических средств – наручных часов или базовых велокомпьютеров, что обеспечивает широкое распространение данного показателя в тренировочной практике.

Благодаря своей простоте, универсальности и высокой информативности, время СПУ стало ключевым параметром в большинстве профильных интернет-платформ и цифровых аналитических сервисов, где оно занимает центральное место в метриках оценки объёма физической нагрузки. Такая популярность делает данный показатель

не только технически доступным, но и широко понятным для всех участников тренировочного процесса – от спортсменов до тренеров и аналитиков.

Настоящее исследование опирается в том числе на многолетние наблюдения за динамикой тренировочного процесса ведущих российских и зарубежных шоссейных велогонщиков, что позволило более глубоко проанализировать практическое значение и ограничения данного параметра в контексте оценки физической работоспособности.

Более 1 000 часов физической нагрузки СПУ за год выполняли 13 спортсменов из исследуемой выборки или 36 % (хотя исследовательская интуиция подсказывает, что это количество должно быть значительно больше из-за ограничения спортсменами допуска к своим данным).

Наибольшее суммарное значение параметра время СПУ за год – $\sum t_y(\text{spe})$ – составило 1 224 часа. В среднем за недельный микроцикл это составляет 24,5 часа (здесь и далее по тексту – при 50-недельном годовичном макроцикле).

Наибольшее значение в среднем за три годовичных макроцикла – $\sum \bar{t}_y(\text{spe})$ – составило 1 142,2 часа. В среднем за недельный микроцикл это составляет 22,8 часа.

У пятой части спортсменов из исследуемой выборки значение $\sum \bar{t}_y(\text{spe})$ в среднем за три сезона составило более 1 000 часов в год. За недельный микроцикл это составляет в среднем 20,2 часа.

Наибольшее значение за один микроцикл – $\sum t_{\text{mkc}}(\text{spe})$ – был зафиксирован в значении 40,1 часа.

Обработка и систематизация эмпирических данных, собранных по выборке спортсменов, позволили построить модель возрастной динамики предельных значений интегрального параметра $\sum t_y(\text{spe})$ у ведущих шоссейных велогонщиков мира. В анализ были включены спортсмены, входившие в различные годы в ТОП-20 мирового рейтинга PCS. Полученная модель отражает характерные возрастные траектории развития объема специальной тренировочной работы и представлена на рисунке 13.

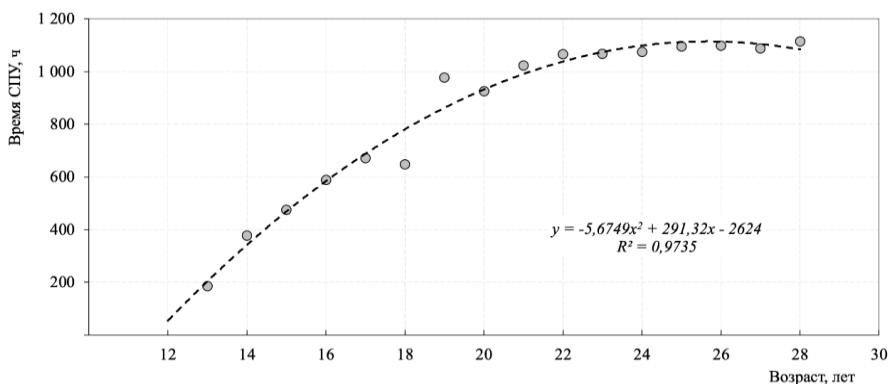


Рисунок 13 – График возрастного роста предельных значений параметра «время работы в специально-подготовительном упражнении» в годичном макроцикле ведущих зарубежных спортсменов-мужчин в велосипедном спорте – шоссее (n=36)

Коэффициент аппроксимации полученной зависимости составляет 0,9735, что свидетельствует о её высокой статистической надёжности и отличной согласованности модели с исходными эмпирическими данными. Это позволяет трактовать выявленную зависимость как закономерную.

В силу этого использование установленной формулы даёт возможность расчёта модельных значений параметра «предельное время физической работы в режиме СПУ» для каждого возраста. Соответствующие расчёты приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Рекомендуемые модельные предельные значения параметра «предельное время физической работы в специально-подготовительном упражнении в велосипедном спорте – шоссее» в годичном макроцикле для спортсменов высокой квалификации мужского пола

Параметр	Возраст, лет											
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Время СПУ, ч/год	688	781	862	932	991	1038	1074	1099	1112	1114	1105	1084

Таблица 13 содержит предельные значения времени выполнения специально-подготовительных упражнений для высококвалифицированных шоссейных велосипедистов-мужчин в годичном макроцикле.

Эти данные могут служить реперными точками для тренеров и специалистов в планировании тренировочного процесса. Превышение указанных значений возможно при условии высокого уровня специальной физической подготовленности и наличии соответствующего научно-методического и медико-биологического сопровождения.

Методологическое замечание: объём тренировочной нагрузки как предмет противоречий, рисков и стратегии рационального управления

В контексте обсуждения объёма тренировочной нагрузки в шоссейном велоспорте следует отметить, что в профессиональной среде тренеров и специалистов по-прежнему сохраняются две принципиально различные, во многом противоположные концепции. Условно их можно обозначить как «гипертрофированный объёмный подход» и «энергосберегающий подход», или – в менее формальном выражении – позиции «объёмоголиков» и «тренировочных минималистов».

А) Позиция «объёмоголиков».

Сторонники этого подхода считают, что для достижения элитных спортивных результатов спортсмен должен выходить на сопоставимые с лидерами объёмы физической нагрузки и устойчиво их выполнять. При этом, даже среди высококлассных гонщиков с близкими результатами, объёмы тренировочной работы могут варьировать на 10–15 %, что указывает на влияние индивидуальных биологических и адаптационных факторов. Однако с увеличением возраста спортсмена причинно-следственная связь «чем больше объём – тем выше результат» утрачивает свою однозначность и становится всё менее убедительной, особенно начиная с возрастной категории 24–25 лет. Возникает резонный вопрос: действительно ли само по себе увеличение времени, проведённого в седле, гарантирует прогресс? И насколько обоснованно ожидать дальнейшего роста результатов у возрастных спортсменов (например, 32–35 лет) за счёт дополнительного увеличения объёма специальной работы? Очевидно, что в таких случаях универсальность линейной зависимости между объёмом и результатом утрачивается, требуя более точной и индивидуализированной настройки тренировочного процесса.

Б) Позиция «тренировочных минималистов».

Противоположная точка зрения предполагает, что воспроизведение объёмов элитных спортсменов совсем не является необходимым

условием достижения высоких результатов и может быть даже вредным. Особенно это касается юных и развивающихся спортсменов, чья адаптационная система ещё не готова к длительному и интенсивному стрессу.

В рамках «энергосберегающего подхода» причинно-следственная связь «чем больше объём – тем выше результат» ставится под сомнение или полностью отрицается. Хотя его сторонники признают необходимость наличия определённого объёма тренировочной работы, они, как правило, избегают жёстких количественных ориентиров, оставляя объёмную составляющую тренировочного процесса в сфере индивидуальных предположений, эмпирических наблюдений и интуитивных решений. В результате объём рассматривается скорее как побочный, а не системообразующий фактор подготовки.

В) Риски чрезмерного форсирования.

Следует признать, что как практический опыт, так и научные исследования подтверждают: чрезмерное форсирование объёма нагрузки на этапе становления спортивной формы сопряжено с риском срыва адаптации. В этом состоянии физиологические системы не успевают восстановиться и адаптироваться к нарастающему стрессу, что может привести к:

- хронической перетренированности,
- функциональным нарушениям со стороны сердечно-сосудистой, эндокринной и нервной систем,
- снижению мотивации и интереса к тренировочному процессу.

У подростков такие перегрузки способны дестабилизировать процессы роста и биологического созревания, а в долгосрочной перспективе – привести к срыву карьеры. Кроме того, следование модели максимального объёма без учёта индивидуальных особенностей стирает грань между адаптивной нагрузкой и перегрузкой, превращая тренировочный процесс в путь к истощению, а не развитию.

Г) Рациональный подход: баланс объёма и адаптации.

Вместе с тем, игнорировать значимость объёма нельзя. Рациональный и научно обоснованный подход признаёт, что высокие результаты в шоссейном велоспорте требуют значительных объёмов специальной работы. Это подтверждается как теоретическими моделями развития выносливости, так и практикой всех ведущих гонщиков мира, которые стабильно проводят большое количество времени в седле.

Однако современная спортивная наука всё чаще подчёркивает: не абсолютный объём, а его индивидуальная адекватность, структурная

организация и управляемость адаптацией определяют эффективность подготовки. Необходимо не просто следовать за элитой, механически воспроизводя их модель, а формировать тренировочную нагрузку с учётом возраста, состояния здоровья, уровня тренированности и психофизиологических особенностей конкретного спортсмена.

Тренироваться «мало» и надеяться на результат – методологическая ошибка. Но и воспроизводить чужие объёмы без учёта индивидуального адаптационного резерва – путь к стагнации. Рост объёма должен быть поэтапным, биологически обоснованным и сопровождаться мониторингом реакций организма.

Д) Методологическое обобщение.

Истина, как это часто бывает, находится между крайностями. Отсутствие системной нагрузки гарантирует отсутствие прогресса. Но и бесконтрольное наращивание объёма – путь к срыву адаптации.

Следовательно, вопрос должен формулироваться иначе. Объём – лишь один из компонентов тренировочной нагрузки. Важно также учитывать интенсивность, рельефную трудность, восстановительные меры, климатические и высотные особенности. Именно их совокупность формирует интегральную нагрузку, управление которой должно быть в центре внимания тренера. Её планомерное увеличение служит фундаментом устойчивого роста уровня СФП.

Рост интегральной нагрузки должен быть строго соотнесён с индивидуальными возможностями спортсмена. Только в этом случае можно ожидать гарантированного прогресса.

Наконец, необходимо признать, что у каждого спортсмена есть биологические ограничения. Наступает момент, когда дальнейший рост нагрузки становится невозможным и поэтому нецелесообразным, и происходит стабилизация результатов – естественное плато, отражающее равновесие между возможностями организма и внешними требованиями.

Именно поэтому формула «больше объём нагрузки – выше результат» требует уточнения. Более точная и реалистичная формулировка звучит следующим образом:

«Больше нагрузка + выше адаптационная устойчивость организма = стабильный рост спортивных результатов.».

Эта формула и должна стать основой в проектировании современного, эффективного и устойчивого тренировочного процесса.

Возвращаясь к предмету настоящего подраздела, продолжим рассмотрение ключевого параметра специальной физической работы – «время СПУ». В рамках анализа объемов специально-подготовительной работы интерес представляет производный показатель – среднее время выполнения СПУ за одно тренировочное занятие или $\bar{t}_i(\text{spe})$. Около 68 % всех значений выборки оказались в диапазоне 2,5–3,5 часа, ещё 13 % – в пределах 2,5–4 часов, а более 4 часов – только у 3 % спортсменов. Это говорит о том, что большинству спортсменов характерны тренировки средней и большой продолжительности, а именно 2,5–4,0 часа.

Анализ данных о средней продолжительности тренировок и количестве тренировочных дней в годичном макроцикле позволяет предположить, что высококвалифицированные велосипедисты, специализирующиеся на длительных дистанциях, отдают предпочтение одноразовым тренировкам в день. Такой подход обеспечивает достаточно времени для полноценного отдыха и проведения эффективных восстановительных процедур во второй половине дня.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Параметр *время СПУ* – $t(\text{spe})$ – следует рассматривать как один из ключевых количественных ориентиров при планировании годичного объема специально-подготовительной работы у шоссейных велогонщиков. Его значимость обусловлена не только доступностью регистрации, но и высокой информативностью как интегрального индикатора физической нагрузки.

Использование модельных значений, дифференцированных по возрасту и уровню подготовленности, а также контроль средней продолжительности тренировок в диапазоне 2,5–3,5 часов позволяет выстраивать поступательное и биологически обоснованное увеличение нагрузки без риска перегрузки и срыва адаптации.

Превышение рекомендованных объемов допустимо исключительно при наличии высокого уровня специальной физической подготовленности, выраженной индивидуальной адаптационной устойчивости и системного медико-научного сопровождения. В остальных случаях такая стратегия повышает вероятность перетренированности и дестабилизации функционального состояния спортсмена.

3.2.2. Параметр физической работы «градиент дистанции»

Напомним, что средний градиент дистанции (\bar{G}) определяется как отношение суммы положительных перепадов высот к длине

пройденной дистанции и выражается в метрах подъема на каждый километр маршрута. Поскольку данный показатель является производной от геометрических характеристик дистанции – горизонтальной и вертикальной составляющих пройденного пути, – он практически не зависит от объема и интенсивности физической работы, в отличие, например, от параметра «время работы».

Именно это позволяет отнести средний градиент к отдельной категории параметров физической нагрузки, характеризующих трудность маршрута, а не усилия спортсмена. В силу своей независимости от субъективных и физиологических факторов, данный показатель может использоваться для сравнительного анализа условий выполнения нагрузок разными спортсменами, при условии, что в выборке представлены типичные (репрезентативные) участки тренировочного или соревновательного характера.

В ходе исследования было получено, что в зависимости от значения градиента \bar{G} трассы для велосипедистов делятся на три типа: равнинные ($\bar{G} = 0\text{--}11$ м/км), среднегорные ($\bar{G} = 11\text{--}17$ м/км) и горные ($\bar{G} > 17$ м/км) [49].

Наибольшее значение параметра \bar{G} в годовичном макроцикле составило в исследуемой выборке 22,8 м/км при значении параметра t_{spe} 967 часов за год. Разложение параметра на вариационный ряд показало, что наиболее популярным значением \bar{G} в нашей выборке спортсменов был диапазон от 12 до 14 м/км, что представлено на рисунке 14.

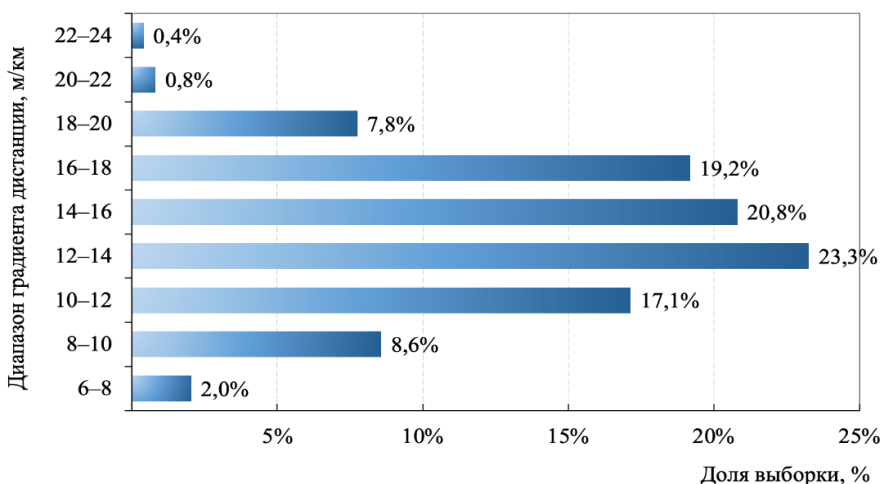


Рисунок 14 – Гистограмма частот значений параметра «градиент дистанции, средний за год» у ведущих зарубежных спортсменов-мужчин в велосипедном спорте – шоссе

Анализ данных рисунка 14 показывает, что в диапазоне значений градиента дистанции от 10 до 18 м/км находится 80,4 % всех данных. Это говорит о том, что свою подготовку зарубежные спортсмены высокой квалификации осуществляют преимущественно на трассах среднегорного типа.

Необходимо отметить также, что примерно по 10 % данных относится к типам трасс «равнинные» и «горные», что может свидетельствовать о выраженной гоночной специализации исследуемой выборки спортсменов.

Коэффициент аппроксимации возрастной динамики предельных значений \bar{G} для спортсменов 17–28 лет составил 0,84, что указывает на высокую точность модели. На основе этой зависимости можно рассчитать модельные значения среднего градиента дистанции по возрастам, как показано в таблице 14.

Таблица 14 – Рекомендуемые модельные значения параметра «предельный градиент дистанции в СПУ, средний за сезон в велосипедном спорте – шоссе» в годичном макроцикле для спортсменов высокой квалификации мужского пола

Параметр	Возраст, лет											
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Градиент дистанции, м/км	11,7	13,1	14,4	15,6	16,6	17,4	18,1	18,6	19,0	19,2	19,3	19,2

В течение многолетней карьеры вариативность среднего градиента дистанции у спортсменов значительно колеблется, с диапазоном индивидуальных значений от 2,9 % до 31,6 % по сезонам. Анализ динамики параметра \bar{G} показывает, что такие различия обусловлены индивидуальной стратегией подготовки, нацеленной на каждый конкретный годичный макроцикл.

Методологическое отступление: трудность дистанции как недооценённый фактор формирования специфической морфофункциональной готовности в шоссейном велоспорте

Одним из ключевых компонентов, обеспечивающих выполнение соревновательной деятельности в шоссейном велоспорте, является костно-мышечная система, а точнее – её специализированные

мышечно-связочно-костные группы (МСКГ), функционально адаптированные к длительным циклическим нагрузкам, особенно в условиях выраженного рельефа.

Формирование этих МСКГ происходит преимущественно в детском и подростковом возрасте, когда опорно-двигательный аппарат наиболее чувствителен к специфическим тренировочным воздействиям. Именно в этот период закладывается морфофункциональный фундамент, необходимый для устойчивого развития выносливости и способности к эффективной работе на дистанциях с выраженным градиентом, набором высоты и нестабильным профилем.

Во взрослом возрасте возможно лишь развитие ранее сформированных структур, тогда как их первичное формирование становится крайне затруднительным или вовсе невозможным. Следовательно, если в период биологического становления спортсмена не было обеспечено систематическое тренировочное воздействие в условиях выраженного рельефа, в зрелом возрасте компенсировать этот дефицит практически невозможно – морфофункциональная база окажется несоответствующей специфике международных соревнований.

Данный вывод подтверждается результатами комплексных исследований российских шоссейных велогонщиков различного возраста, пола и уровня спортивной квалификации, представляющих различные регионы и методические школы. Полученные данные выявили устойчивые различия в морфофункциональных характеристиках спортсменов, обусловленные не только объёмом и интенсивностью тренировок, но и типом рельефа, в котором осуществлялась многолетняя подготовка.

Именно поэтому параметр трудности дистанции, выражаемый, например, через средний градиент, приобретает не только инструментальное значение как характеристика внешней нагрузки, но и методологическую значимость как фактор формирования ключевых элементов СФП.

В рамках российской системы спортивной подготовки нельзя утверждать, что формирование специализированных МСКГ полностью отсутствует. Однако серьёзная проблема заключается в отсутствии практических условий для планомерной подготовки в рельефно сложной местности, которая характерна для большинства престижных международных соревнований.

Основная часть тренировочного процесса юных велосипедистов проводится в равнинных условиях, что приводит к формированию

двигательных паттернов и адаптаций, соответствующих только плоскому профилю дистанций. В то же время на европейской соревновательной арене основные старты проходят на средне- и высокогорных маршрутах, требующих иной морфофункциональной подготовки, которая в российских реалиях просто не закладывается.

Из этого вытекает методологически значимый вывод: без создания специфических условий, приближённых к международному профилю трасс, невозможно подготовить конкурентоспособный спортивный резерв. Речь идёт прежде всего о строительстве горных трасс закрытого типа, которые обеспечили бы системное развитие необходимых физиологических и биомеханических характеристик. В настоящее время такие объекты в России практически отсутствуют.

Проблему усугубляет и нормативное ограничение на использование дорог общего пользования несовершеннолетними спортсменами до 14 лет, что исключает возможность восполнения дефицита рельефа за счёт выездных тренировок, традиционно применяемых в европейской системе подготовки.

Таким образом, проблема формирования адекватной морфофункциональной базы у юных российских велогонщиков носит системный характер и требует комплексных решений – от инфраструктурных и нормативных до методических. Ключевым шагом в этом направлении является встраивание параметра трудности дистанции в общую систему количественной оценки физической нагрузки.

Этот шаг особенно важен в контексте целенаправленного развития у спортсменов устойчивой способности к преодолению рельефно сложных маршрутов, что соответствует профилю ведущих международных стартов.

Продолжение игнорирования данного параметра фактически означает институциональное ограничение спортивного потенциала и ставит под сомнение достижение целей, поставленных перед российским шоссейным велоспортом в рамках подготовки к Олимпийским играм, чемпионатам мира и другим соревнованиям высшего уровня.

Изменение среднего градиента дистанции (\bar{G}) в течение тренировочного сезона представляет собой важный инструмент управления структурной трудностью нагрузки, позволяя тренеру целенаправленно воздействовать на морфофункциональные системы спортсмена, включая специализированные МСКГ, обеспечивающие эффективность работы в условиях рельефно сложных трасс.

Особенно важным является постепенное, поэтапное увеличение \bar{G} у юных спортсменов в возрасте 11 лет и старше, находящихся в фазе активного морфогенеза. Это способствует формированию устойчивой адаптационной базы, соответствующей требованиям гонок международного уровня. Данные, полученные в ходе исследования, подтвердили наличие выраженной положительной динамики \bar{G} у молодых велогонщиков, прошедших системную подготовку в условиях вариативного рельефа.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Параметр **средний градиент дистанции** (\bar{G}) целесообразно использовать как надёжный индикатор профиля маршрутов в специально-подготовительных упражнениях (СПУ) и фактор управления тренировочной нагрузкой. Рекомендуется учитывать его как ключевой фактор при формировании программ тренировок, индивидуализации подготовки и распределении объёма работы по типам рельефа (равнинный, среднегорный, горный). Модельные значения \bar{G} по возрасту (см. таблицу 14) могут служить ориентиром при планировании макроциклов у спортсменов высокой квалификации. Увеличение градиента в тренировках может быть целесообразно при развитии устойчивой аэробной мощности, особенно у юных гонщиков в фазе становления.

3.2.3. Параметр физической работы «скорость передвижения»

Скорость передвижения является производным параметром, рассчитываемым как отношение длины дистанции к времени её преодоления. Несмотря на свою вторичную природу, данный показатель обладает высокой прикладной ценностью благодаря доступности получения, надёжности измерений и высокой информативности. Именно эти характеристики позволяют отнести скорость к числу основных параметров оценки динамики физической работоспособности спортсмена в условиях тренировочной и соревновательной деятельности.

Максимальная средняя за сезон скорость передвижения – $\bar{v}_{y\max}$, зафиксированная индивидуально для каждого спортсмена в группе зарубежных высококвалифицированных велогонщиков (топ-5 по данному критерию из исследуемой выборки), составила в среднем 36,71 км/ч. Для всей совокупной выборки спортсменов, включённой в исследование, аналогичный показатель составил в среднем 33,55 км/ч, что отражает существующий разрыв в уровне скоростной подготовленности

и функциональных возможностей между ведущими зарубежными спортсменами и остальной группой испытуемых.

Максимальное индивидуальное значение средней скорости передвижения за сезон, рассчитанное как наибольшая средняя скорость за период 4–5 соревновательных сезонов для каждого спортсмена (обозначено как v_{max}), составило 34,38 км/ч. В целом по выборке спортсменов высокой квалификации среднее значение данного параметра за аналогичный многолетний период составило 32,16 км/ч.

Наиболее часто встречающимся диапазоном значений средней сезонной скорости передвижения оказался интервал 32–33 км/ч, который составил 23,9 % от общего массива наблюдений ($n = 243$). Распределение представлено на рисунке 15.

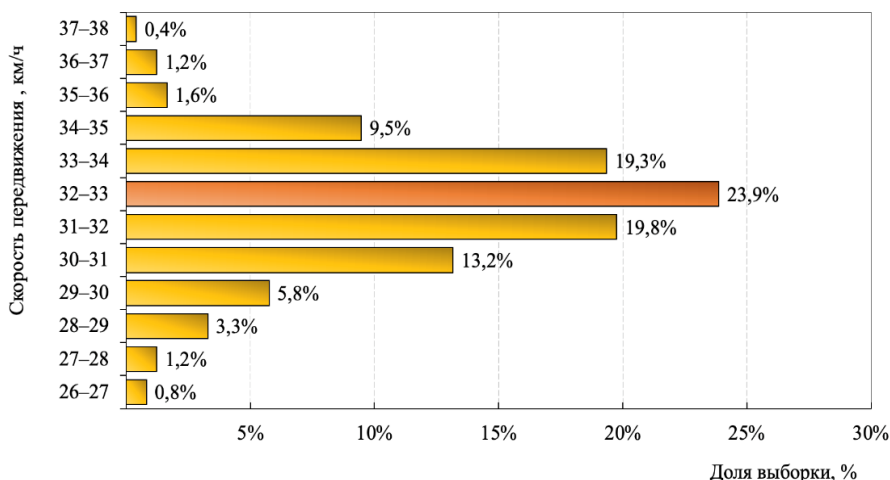


Рисунок 15 – Гистограмма частот значений параметра «скорость передвижения, средняя за год» у ведущих зарубежных спортсменов-мужчин в велосипедном спорте – шоссе

Почти две трети всех наблюдений (63,0 %) в выборке пришлось на диапазон средней сезонной скорости передвижения от 31 до 34 км/ч, что позволяет отнести данный интервал к основному диапазону для спортсменов высокой квалификации. Лишь 3,3 % случаев характеризовались среднесезонной скоростью, превышающей 35,0 км/ч.

Отношение средней скорости за все сезоны к наибольшей сезонной скорости у одного спортсмена составило в среднем по группе 96,4 % при стандартном отклонении 1,6 %.

Подобная низкая межсезонная вариативность указывает на относительную стабильность данного параметра, что, в свою очередь, может свидетельствовать о сформированности у спортсменов устойчивых индивидуальных моделей передвижения и тренировочной нагрузки. Иными словами, подавляющее большинство взрослых спортсменов в процессе многолетней подготовки демонстрируют сравнительно постоянный уровень средней скорости передвижения.

В юношеском возрасте у спортсменов наблюдается выраженная положительная динамика средней сезонной скорости передвижения, что отражает прогресс в функциональной подготовленности и технической устойчивости. Характерный пример такого прироста у одного из ведущих молодых гонщиков шоссейного велоспорта представлен на рисунке 16, где отмечается линейный тренд роста скорости по сезонам. Этот график может быть интерпретирован как визуальное подтверждение поступательного формирования ключевых компонентов соревновательной выносливости в рамках индивидуального тренировочного процесса.

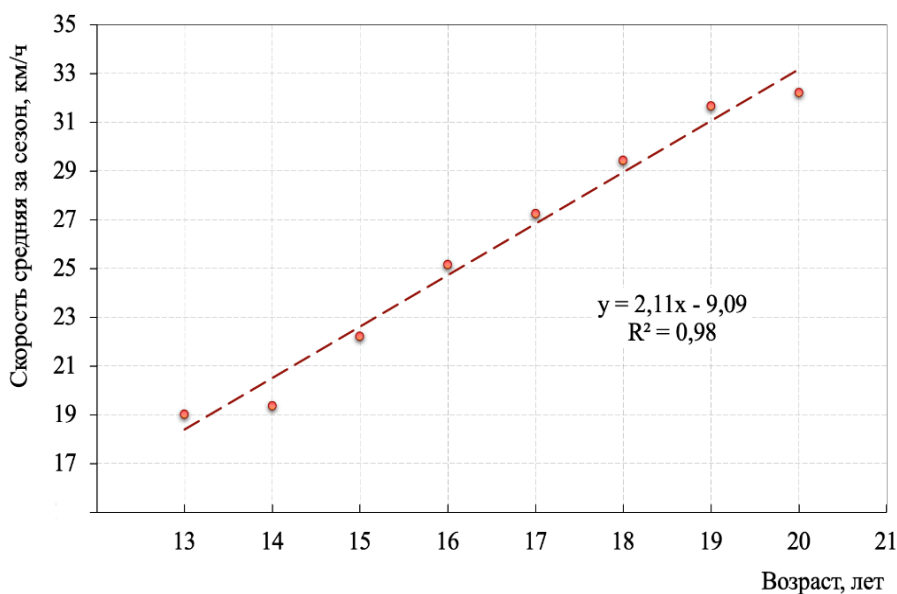


Рисунок 16 – Динамика роста средней за сезон скорости передвижения в специально-подготовительном упражнении «велосипед-шоссе» в спортивной карьере одного из ведущих иностранных гонщиков

Коэффициент аппроксимации линейной зависимости между возрастом и средней скоростью передвижения в СПУ, представленной на рисунке 16, составляет 0,98, что свидетельствует о высокой степени устойчивости и надёжности выявленной тенденции. Угловой коэффициент этой функции отражает ежегодный прирост средней за сезон скорости приблизительно на 2,1 км/ч в возрастном интервале от 13 до 20 лет, при достижении значения 33,0 км/ч к 20-летнему возрасту. Примечательно, что объём специальной подготовительной работы ($t(spe)$) у данного спортсмена в этот сезон составил 915 часов в год, что подтверждает высокую тренировочную нагрузку.

В то же время для спортсменов высокой квалификации в возрасте от 17 до 28 лет была построена кривая второго порядка, отражающая возрастную динамику предельных значений средней сезонной скорости \bar{v}_y . Полученное значение коэффициента аппроксимации ($R^2 = 0,73$) указывает на достаточную степень соответствия модели фактическим данным, что позволяет признать выявленную зависимость закономерной.

На основании данной зависимости рассчитаны модельные значения параметра «средняя скорость передвижения в СПУ за сезон» в зависимости от возраста, представленные в таблице 15. Эти значения могут быть использованы как ориентиры при планировании тренировочной нагрузки и мониторинге прогресса спортсменов в долгосрочной подготовке.

Таблица 15 – Рекомендуемые модельные предельные значения параметра «скорость передвижения в СПУ, средняя за сезон» в годичном макроцикле для спортсменов высокой квалификации мужского пола

Параметр	Возраст, лет											
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Скорость передвижения в СПУ, км/ч	32,31	33,14	33,86	34,47	34,97	35,37	35,65	35,83	35,90	35,86	35,71	35,46

▲ Научно обоснованная рекомендация. Показатель средней скорости передвижения должен использоваться в качестве одного из ключевых ориентиров в планировании и контроле специально-подготовительной работы велосипедистов. Несмотря на производный

характер, данный параметр отличается высокой надёжностью, воспроизводимостью и прогностической ценностью.

Для спортсменов высокой квалификации целесообразно ориентироваться на модельные значения средней сезонной скорости в диапазоне 31–34 км/ч с оптимальным целевым уровнем около 34,0 км/ч. Превышение этих значений характерно для ведущих зарубежных гонщиков и может служить ориентиром для оценки элитного уровня функциональной готовности.

У юных спортсменов рекомендуется использовать динамику роста средней скорости как объективный индикатор адаптационного прогресса. При этом выявленные зависимости позволяют рассчитывать модельные значения по возрасту, а минимальная межсезонная вариативность у взрослых атлетов свидетельствует о стабилизации индивидуального тренировочного стиля.

Таким образом, регулярный контроль за параметром скорости передвижения в структуре СПУ позволяет обеспечить не только надёжную обратную связь, но и формировать реалистичные цели подготовки на каждом этапе спортивного развития.

3.2.4. Научно обоснованные рекомендации по основным параметрам физической подготовки для современной системы подготовки мужчин в велосипедном спорте – шоссе с учётом возрастных особенностей

Приведённые в таблицах 13–15 модельные значения ключевых параметров в годичном макроцикле, рекомендуемые для формирования современной системы подготовки спортсменов высокого класса мужского пола в диапазоне возраста 17–28 лет в длительных локомоциях велоспорта – шоссе, позволяют сформировать сводную матрицу соответствующих предельных показателей внешней стороны физической нагрузки для каждого возраста, которая представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Рекомендуемые модельные предельные значения ключевых параметров в годичном макроцикле современной системы подготовки спортсменов высокого класса мужского пола в диапазоне возраста 17–28 лет в длительных локомоциях велоспорта-шоссе

Возраст, лет	Параметр, единица измерения								
	$\Sigma (t_{spe})$	\bar{G}	\bar{v}	$\Sigma (s)$	$\Sigma (TC)$	RoC	CRP _y	P _{cr} (20')	
	час	м/км	км/ч	км	км	м/ч	пункт	Вт	
17	688	11,4	33,0	22 724	260	378	675	298	3,8
18	781	12,9	33,5	26 190	339	434	706	319	4,0
19	862	14,3	34,0	29 300	420	487	739	341	4,3
20	932	15,6	34,4	32 059	501	538	776	365	4,5
21	991	16,7	34,8	34 444	575	580	816	390	4,8
22	1 038	17,6	35,1	36 399	639	616	858	417	5,1
23	1 074	18,3	35,3	37 942	693	645	904	444	5,4
24	1 099	18,7	35,5	39 057	732	666	949	471	5,7
25	1 112	19,1	35,7	39 700	758	682	993	496	6,0
26	1 114	19,2	35,8	39 898	767	689	1 022	513	6,2
27	1 105	19,2	35,9	39 647	762	690	1 033	518	6,2
28	1 084	19,0	35,9	38 911	738	681	1 014	506	6,1

Примечания:

- 1) $\Sigma (t_{spe})$ – время физической работы в СПУ, суммарное в годичном макроцикле;
- 2) \bar{G} – градиент дистанции, средний за годичный макроцикл;
- 3) \bar{v} – скорость передвижения в СПУ, средняя за годичный макроцикл;
- 4) $\Sigma (s)$ – дистанция в СПУ, суммарная в годичном макроцикле;
- 5) $\Sigma (TC)$ – набор высоты, набранный в СПУ в годичном макроцикле;
- 6) RoC – скорость набора высоты (вертикальная), средняя за годичный макроцикл;
- 7) CRP_y – индекс CRP, средний за годичный макроцикл;
- 8) P_{cr} (20') – мощность педалирования (функциональный порог), средняя максимальная за 20 минут;
- 9) VO₂ (20') – скорость потребления O₂ (функциональный порог), средняя максимальная за 20 минут.

Приведённые в таблице 16 значения ключевых параметров, а также полученные в ходе проведённых исследований взаимосвязи между уровнем спортивных результатов, выраженных через наибольший

индекс CRP_y , и достигнутыми в тесте «20 minute FTP test» средними значениями мощности педалирования и скорости потребления кислорода дают возможность для вычисления методом экстраполяции их предельных значений для обозначенной категории спортсменов при максимальной физической работе длительностью 20 минут. Эти значения для каждой строки также приведены в таблице 16 – $P_{cr}(20')$, $VO_2(20')$. Их практический смысл заключается в понятии «устойчивость к физической нагрузке». Но, прежде чем перейти к раскрытию этого понятия, следует разобраться с другим, по сути базовым в теории, методике и практике спорта, термином «физическая (тренировочная) нагрузка».

Приведённые в таблице 16 значения ключевых параметров, а также выявленные корреляции между уровнем спортивных достижений (по максимальному индексу CRP_y) и результатами теста «20-minute FTP test» по мощности педалирования и скорости потребления кислорода (VO_2) позволяют экстраполировать предельные значения этих показателей для анализируемой категории спортсменов при нагрузке продолжительностью 20 минут. Соответствующие расчётные значения ($P_{cr}(20')$, $VO_2(20')$) представлены в таблице 16. С методологической точки зрения они отражают уровень устойчивости спортсмена к физической нагрузке. Однако прежде, чем раскрыть содержание этого понятия, необходимо обратиться к определению самого термина «физическая (тренировочная) нагрузка» как базовой категории теории и практики спортивной подготовки.

3.2.5. К уточнению понятий «тренировочная нагрузка» и «устойчивость к тренировочной нагрузке»

В отечественной системе физического воспитания физическая нагрузка традиционно определяется как уровень мышечной активности, превышающий физиологическое состояние покоя и вызываемый выполнением физических упражнений [12]. Эта трактовка подчёркивает нагрузку как регулируемый фактор воздействия на организм.

В зарубежной литературе наблюдается тенденция к смешению понятий «тренировочная нагрузка» и «утомление», что особенно ярко проявляется в интерпретации моделей тренировочного стресса, где острая нагрузка отождествляется с усталостью, а хроническая — с адаптацией. Такое смешение терминов может приводить к методологической

путанице, затрудняя корректную интерпретацию тренировочного процесса и состояния спортсмена [61], [62].

С методологической точки зрения представляется необходимым чётко разграничивать эти понятия: тренировочная нагрузка должна трактоваться как внешний по отношению к организму стимул (объём, интенсивность, продолжительность и характер упражнений), тогда как утомление – как внутренний физиологический ответ на данный стимул. Лишь при таком разграничении становится возможной объективная оценка устойчивости спортсмена к нагрузке и грамотное управление тренировочным процессом.

В профессиональном спорте понятие устойчивости к физической нагрузке (резистентности) широко используется, но не имеет точной количественной оценки. Устойчивость к нагрузке отражает способность организма спортсмена адаптироваться к систематическим тренировкам через структурные и функциональные изменения, заложенные генетически. Это свойство системы «спортсмен» можно измерить, определив максимальную нагрузку, которую он способен перенести на конкретном этапе, без нарушения адаптации.

В контексте шоссейного велоспорта количественная оценка тренировочной нагрузки базируется на трёх ключевых параметрах: продолжительности физической работы (t), мощности педалирования (P) и трудности дистанции, выражаемой через рельеф трассы (например, средний градиент – \bar{G}). Совокупность этих характеристик определяет объём и интенсивность внешнего воздействия на организм спортсмена.

Устойчивость к физической нагрузке в данном случае следует трактовать как способность организма спортсмена сохранять функциональную эффективность при достижении предельных значений указанных параметров. Иными словами, это интегральный показатель адаптации, отражающий границы допустимой интенсивной и длительной работы без признаков дезадаптации.

Параметры, представленные в таблице 16 как предельные значения мощности и скорости потребления кислорода (P_{cr} (20') и VO_2 (20')), были получены на основе экстраполяции данных о наивысших спортивных результатах и объективных физиологических характеристиках «оптимально подготовленных» спортсменов. Эти значения демонстрируют, как высокоэффективная система подготовки, включающая планомерные тренировочные циклы, полноценное восстановление, рациональное питание и научно обоснованную поддержку, способствует достижению устойчивой работоспособности при пиковых нагрузках.

В рамках настоящих рекомендаций физическая (или тренировочная) нагрузка определяется как совокупное воздействие на функциональные системы организма, обеспечивающие выполнение физической работы. С позиций физиологии и спортивной практики тренировочная нагрузка (TL, Training Load) представляет собой интегративную характеристику объёма и интенсивности внешнего воздействия, а также биологического отклика организма на это воздействие.

Методологически TL может быть оценена через систему параметров, условно разделяемых на *внешние* и *внутренние*:

- внешние параметры описывают объективные характеристики работы: продолжительность, пройденное расстояние, рельеф (градиент, набор высоты), погодные и дорожные условия;

- внутренние параметры характеризуют физиологическую реакцию организма: частота сердечных сокращений, потребление кислорода (VO_2), лёгочная вентиляция, концентрации лактата и др.

Каждый из этих параметров отражает либо объём, либо интенсивность тренировочной нагрузки, а их совокупность – полную нагрузочную экспозицию.

С практической точки зрения встаёт задача выделения обобщающего параметра, способного количественно отразить комплексное воздействие TL на организм спортсмена. Такое интегральное представление позволяет стандартизировать и персонализировать тренировочный процесс, а также прогнозировать адаптационные сдвиги. В настоящем исследовании данное представление формализуется общей модельной формулой (8), отражающей совокупный тренировочный эффект на основе агрегированных показателей внешней и внутренней нагрузки.

$$TL = f(\Sigma(P; t; G)) \quad (8)$$

где

TL – тренировочная нагрузка;

P – мощность работы;

t – продолжительность работы;

G – трудность работы (градиент дистанции).

В рамках настоящего исследования для оценки тренировочной нагрузки использованы параметры, отражающие как внешнюю, так и внутреннюю стороны физической работы, с акцентом на интегральные показатели, обладающие высокой диагностической ценностью.

Со стороны внешней нагрузки ключевым параметром выступает скорость передвижения, отражающая механическую результативность выполнения физической работы. Однако ещё более информативным показателем признан индекс CRP – интегральная величина, учитывающая совокупное влияние дистанции, времени, профиля рельефа и уровня соревновательной активности. Он позволяет в компактной форме выразить качественную сторону физической деятельности спортсмена, соотнося объём и трудность нагрузки с достигнутым результатом.

Со стороны внутренней нагрузки центральное место занимает средняя частота сердечных сокращений (HR), выступающая маркером физиологической стоимости выполнения заданной работы. HR отражает напряжённость функционирования кардиореспираторной системы и уровень мобилизации энергетических ресурсов организма.

Комбинированное использование этих параметров позволяет объективно охарактеризовать как фактический объём и интенсивность нагрузки, так и реакцию организма спортсмена на неё. Особенно важно, что индекс CRP как интегральный показатель демонстрирует тесные связи с основными характеристиками внешней и внутренней нагрузки, что подтверждено результатами корреляционного анализа. Эти взаимосвязи наглядно представлены на графиках 1–3 (рисунок 17), где отражены типовые зависимости CRP от скорости, HR и других параметров, полученных в ходе систематических наблюдений за спортсменами высокой квалификации.

Таким образом, указанные показатели могут быть использованы не только для ретроспективного анализа, но и для планирования и оперативного мониторинга тренировочного процесса с учётом индивидуальных особенностей адаптации спортсмена.

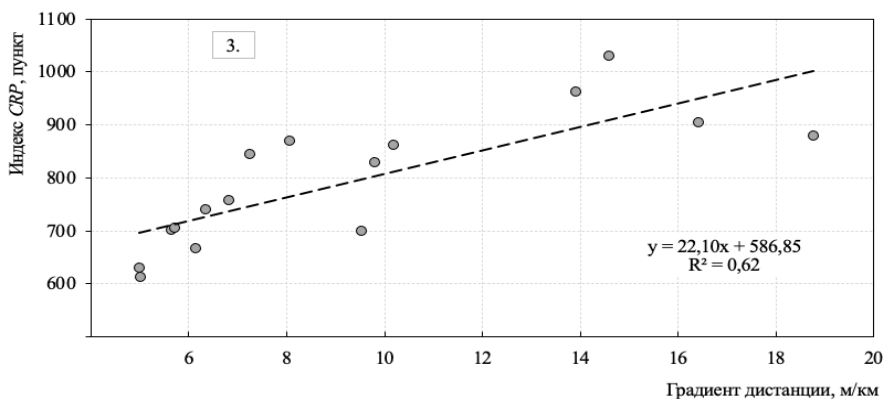
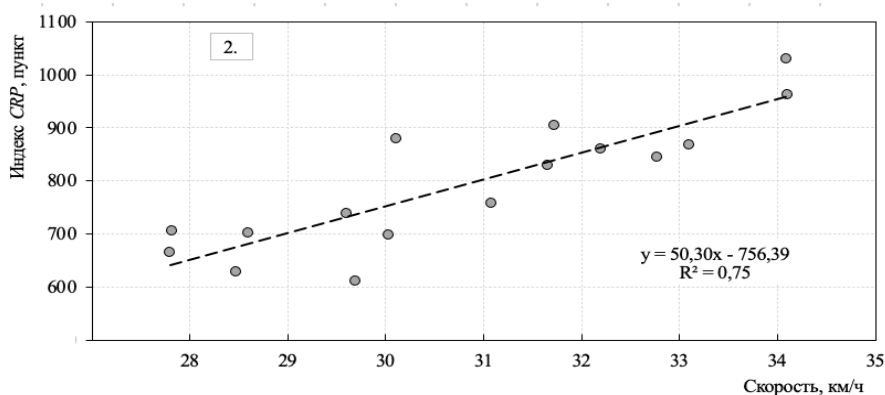
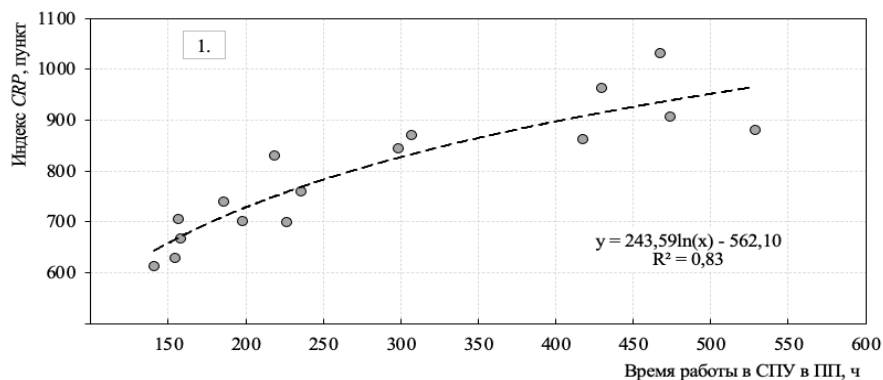


Рисунок 17 – Взаимосвязь специальной физической подготовленности в формате «индекс CRP» с основными параметрами физической нагрузки в подготовительном периоде подготовки у зарубежных и российских спортсменов-мужчин высокой квалификации в велоспорте – шоссе

Представленные на рисунке 17 графики показывают положительную взаимосвязь между основными показателями физической работы, выполненной в подготовительном периоде сезонов 2022–2023 годов (за подготовительный период был взят одинаковый для всех спортсменов интервал в шесть месяцев), и уровнем спортивной подготовленности в сезоне в виде индекса CRP, полученного по итогам лучших результатов в индивидуальной гонке на время. Следует отметить, что связь между параметрами расценивается по шкале Чеддока во всех трёх случаях как высокая и заметная [52]. Наибольшая корреляция выявлена между временем тренировочной нагрузки в СПУ и уровнем СФП: коэффициент аппроксимации оказался равен 0,83 – сила связи высокая, далее между средней скоростью и уровнем СФП – 0,75 (высокая) и между градиентом дистанции и уровнем СФП – 0,62 (заметная).

Объединяя в единый смысл все три графика, можно сделать вывод, что чем более сильный в гоночном отношении велогонщик, тем большую физическую нагрузку он осваивает в подготовительном периоде без срыва адаптации или, что аналогично – имеет более высокую степень устойчивости к физической (тренировочной) нагрузке.

А поскольку выполнение конкретной предельной физической нагрузки спортсменом (как система) возможно только при наличии у него соответствующей функциональной возможности (или определенного уровня состояния системы), то знание текущих показателей состояния системы детерминирует, по сути, его устойчивость к физической нагрузке.

Применительно к таблице 16 это означает, что «идеальный» спортсмен, например, 23 лет способен без срыва адаптации выполнить в годичном макроцикле физическую работу в СПУ общей длительностью 1 074 часа со средней скоростью 35,3 км/ч и на дистанции со средним градиентом 18,3 м/км в совокупности. Такая его устойчивость к нагрузке может быть выражена с внешней физической стороны демонстрацией в тесте «20 minute FTP test» средней максимальной мощности педалирования в 444 Вт (или «чистый» FTP в перерасчёте на один час составит 422 Вт) и средней скорости поглощения кислорода в 5,4 л/мин. Среднегодовой индекс CRP «идеального» спортсмена составит при этом 904 пункта.

Введём условное обозначение для термина «устойчивость к физической нагрузке» в целях его дальнейшего использования в расчётах и составления модели современной системы подготовки спортсменов. Принимая во внимание более широкую распространённость

данному термину слова «резистентность» (англ. resistance) в качестве условного обозначения, далее будет применяться аббревиатура RTL (англ. resistance to training load). Таким образом RTL, гоночный индекс CRP, а также мощность педалирования и скорость поглощения кислорода, показанные в тесте «20 minute FTP test» будут эквивалентны (тождественны) в соответствии с формулой (9).

$$RTL \sim CRP \sim FTP_{sr}(20') \sim vO_{2sr}(20') \quad (9)$$

где

RTL – устойчивость к тренировочной нагрузке;

CRP – индекс рейтинга в велоспорте;

$FTP_{sr}(20')$ – мощность педалирования (функциональный порог), средняя максимальная за 20 минут;

$vO_{2sr}(20')$ – скорость потребления O_2 (функциональный порог), средняя максимальная за 20 минут.

Формула (9) отражает пределы физических возможностей спортсмена: из-за природных предрасположенностей и уровня подготовленности он не может выполнять больше часов физической работы в СПУ, быстрее двигаться по конкретной дистанции или достигать рекордных результатов – организм ограничивает его. Эти пределы представляют текущую устойчивость к нагрузке в зависимости от уровня спортивной квалификации. Различия в устойчивости к нагрузке связаны с прочностью функциональных систем организмов. На этом основании: знание индивидуального уровня RTL для каждого спортсмена на конкретном этапе карьеры – ключ к эффективному программированию тренировок. Превышение этого уровня приводит к сбоям во внутренних параметрах нагрузки и тормозит прогресс подготовки.

Заключение по 3.2.5.

Проведённый анализ показал необходимость строгого методологического разграничения понятий *тренировочная нагрузка* (TL) и *устойчивость к тренировочной нагрузке* (RTL). TL должна трактоваться как внешнее воздействие, определяемое объёмом, интенсивностью и характером физических упражнений, тогда как RTL – как внутренняя способность организма спортсмена эффективно адаптироваться к этому воздействию без нарушения гомеостаза. В рамках шоссейного велоспорта устойчивость к нагрузке может быть количественно выражена

через взаимосвязанные параметры: индекс CRP, функциональный порог мощности (FTP), потребление кислорода (VO_2) и максимальная величина нагрузки в СПУ. Их сопоставление в единой формуле $RTL \sim CRP \sim FTP \sim VO_2$ позволяет объективно оценивать пределы функциональных возможностей и программировать тренировочный процесс с учётом индивидуальной адаптационной способности спортсмена. Таким образом, RTL становится ключевым ориентиром для планирования эффективной, но безопасной тренировочной нагрузки.

**3.2.6. Научно обоснованные рекомендации
по основным параметрам физической подготовки
для современной системы подготовки женщин в велосипедном
спорте – шоссе с учётом возрастных особенностей**

На основе выявленных взаимосвязей между ключевыми параметрами СПС и спортивными результатами для женщин была создана сводная матрица модельных предельных значений этих параметров в годичном макроцикле подготовки спортсменок высокого класса (возраст 17–28 лет), которая представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Рекомендуемые модельные предельные значения ключевых параметров в годичном макроцикле современной системы подготовки спортсменов высокого класса женского пола в длительных локомоциях велоспорта-шоссе в диапазоне возраста 17–28 лет

Возраст, лет	Параметр, единица измерения								
	$\Sigma (t_{spe})$	\bar{C}	\bar{v}	$\Sigma (s)$	$\Sigma (TC)$	RoC	CRP _y	P _{cr} (20')	VO ₂ (20')
	час	м/км	км/ч	км	км	м/ч	пункт	Вт	л/мин
17	676	11,7	25,8	17 464	205	303	594	213	2,8
18	748	13,1	27,1	20 293	265	354	640	232	3,0
19	811	14,2	28,2	22 876	325	400	687	251	3,2
20	862	15,1	29,1	25 116	380	441	736	267	3,4
21	904	15,9	29,9	26 976	428	474	784	282	3,6
22	936	16,5	30,4	28 468	469	501	834	294	3,7
23	960	16,9	30,9	29 632	501	522	883	304	3,8

24	979	17,3	31,2	30 521	527	538	932	312	3,9
25	993	17,5	31,4	31 189	546	550	979	318	4,0
26	1 003	17,7	31,6	31 685	560	559	1 026	323	4,1
27	1 010	17,8	31,7	32 051	571	565	1 070	327	4,1
28	1 016	17,9	31,8	32 318	579	570	1 111	330	4,1

Примечания:

- 1) $\Sigma (t_{spe})$ – время физической работы в СПУ, суммарное в годичном макроцикле;
- 2) \bar{G} – градиент дистанции, средний за годичный макроцикл;
- 3) \bar{v} – скорость передвижения в СПУ, средняя за годичный макроцикл;
- 4) $\Sigma (s)$ – дистанция в СПУ, суммарная в годичном макроцикле;
- 5) $\Sigma (TC)$ – набор высоты, набранный в СПУ в годичном макроцикле;
- 6) RoC – скорость набора высоты (вертикальная), средняя за годичный макроцикл;
- 7) CRP_y – индекс CRP, средний за годичный макроцикл;
- 8) $P_{cr} (20')$ – мощность педалирования (функциональный порог), средняя максимальная за 20 минут;
- 9) $VO_2 (20')$ – скорость потребления O_2 (функциональный порог), средняя максимальная за 20 минут.

Цель для примера таблицы 17 – достижение пика специальной физической подготовленности к 28 годам.

Максимальные значения основных параметров тренировочной нагрузки для мужчин и женщин велосипедистов в годичном макроцикле можно рассматривать как объединённые рекордные профили ключевых параметров. Это соответствует выводам исследований Пино и Граппе (2015), которые, наблюдая за профессиональным велосипедистом мирового уровня в течение шести лет, обнаружили значительную корреляцию ($R = 0,83\text{--}0,96$) между ростом объёма годовой нагрузки и улучшением рекордных показателей мощности педалирования для диапазона от 5 минут до 4 часов [63].

Данные таблицы 17, представляющей рекордные профили $\Sigma (t_{spe})$, \bar{G} и \bar{v} в годичном макроцикле, находят подтверждение в данных о тренировках Annemiek van Vleuten (Нидерланды) – одной из успешнейших велогонщиц последних лет. В 2020 году её наибольшее время использования СПУ составило 1 237,4 часа (в среднем 24,8 часа в неделю, максимум – 43,0 часа за микроцикл). Среднегодовой показатель $\Sigma (t_{spe})$ (1 069,8 часа за 2018–2021 годы) ставит её на второе место в выборке мужчин исследуемой группы, что подтверждает возможность женских нагрузок, сравнимых с мужскими. Наибольший средний \bar{G} её тренировочных трасс – 15,8 м/км, а средняя скорость – 28,74 км/ч. Величины

параметров возрастали линейно: время в СПУ – на 56,3 часа в год ($R^2=0,65$), градиент – на 0,29 м/км ($R^2=0,39$), скорость – на 0,25 км/ч ($R^2=0,61$).

Рассмотрение категории «устойчивость к тренировочной нагрузке» (RTL – *Resilience to Training Load*) с позиции системного подхода позволяет по-новому интерпретировать процессы, лежащие в основе эффективной многолетней подготовки спортсмена. Системный взгляд предполагает, что спортсмен – это не совокупность изолированных качеств, а целостная динамическая система, функционирование которой определяется сложным взаимодействием физиологических, биохимических, психоэмоциональных и управленческих компонентов. В этой системе RTL выступает как интегративный показатель, отражающий способность организма стабильно воспринимать тренировочное воздействие в рамках заданной адаптационной модели.

На примере высококвалифицированной спортсменки A. Van Vleuten отчётливо видно, что устойчивость к высокой тренировочной нагрузке проявляется не как ситуативная или разовая характеристика, а как системное качество, сформированное в результате сложного взаимодействия двух ключевых компонентов: врождённых морфофункциональных и психофизиологических особенностей организма и многолетнего, структурированного, последовательно реализуемого тренировочного процесса. Именно синергия этих составляющих обеспечивает устойчивость адаптационных механизмов к возрастающему тренировочному воздействию и позволяет системе «спортсмен» функционировать в режиме прогрессивного развития, не переходя границ физиологической стабильности. Способность A. Van Vleuten (в нашем примере) выполнять значительные объёмы нагрузки без признаков срыва адаптации указывает на высокий уровень интеграции и устойчивости внутренних подсистем, участвующих в энергообеспечении, восстановлении и регуляции.

В контексте многолетней подготовки показатель RTL может рассматриваться как маркер эффективности функционирования системы «спортсмен» и её способности к развитию. При этом устойчивость к нагрузке выступает не просто следствием тренировочного воздействия, а результатом согласованного функционирования всех звеньев системы в условиях возрастающего внешнего стресса. Таким образом, системное развитие предполагает не только рост результатов, но и последовательное расширение адаптационного потенциала, выражающееся в поступательном увеличении индивидуально допустимого уровня тренировочной нагрузки (TL).

Важно подчеркнуть: ежегодное увеличение TL не является причиной роста спортивных результатов в прямом причинно-следственном смысле. Напротив, оно служит системным индикатором функционального совершенствования спортсмена и подтверждением того, что система находится в фазе эффективного развития. Адекватная реакция на приращение нагрузки свидетельствует о синхронности процессов адаптации на разных уровнях – от клеточного до регуляторного.

В то же время нарушение баланса между внешним тренировочным воздействием (TL – *Training Load*) и адаптационными возможностями системы «спортсмен» (RTL – *Resilience to Training Load*) приводит к функциональной дестабилизации организма. Возникает рассогласование между уровнем предъявляемых требований и способностью системы к их устойчивому восприятию, что сопровождается снижением адаптационного резерва, замедлением восстановительных процессов и повышением утомляемости.

Превышение индивидуально допустимого уровня нагрузки ведёт к снижению RTL, нарушению процессов энергетического обеспечения, нарушению нейровегетативной регуляции и снижению качества восстановительных реакций. В результате теряется способность к дальнейшему прогрессу, а в некоторых случаях наблюдается регресс ранее достигнутого функционального уровня.

Подобная динамика свидетельствует о системном сбое и может отражать как адаптационное истощение, обусловленное несоразмерным тренировочным воздействием, так и закономерное наступление возрастного спада, сопровождающегося снижением эффективности метаболических и регуляторных процессов, лежащих в основе устойчивости к нагрузке.

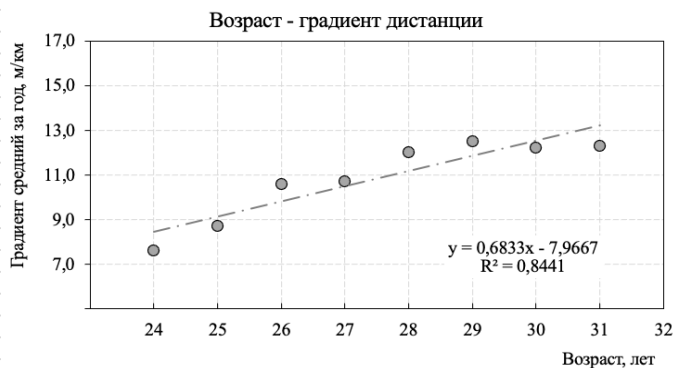
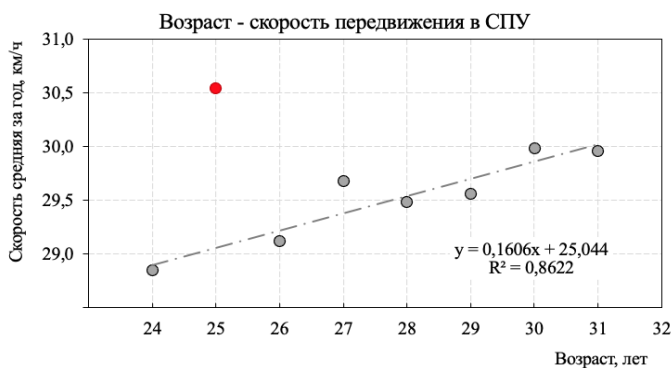
Системный подход требует комплексного учёта структуры тренировочного воздействия. Недопустимо сводить тренировочную нагрузку исключительно к её объёмной составляющей (время или километраж), как это часто происходит в практической подготовке. В реальности нагрузка представляет собой многокомпонентную структуру, включающую как минимум три взаимосвязанных параметра: объём, интенсивность и трудность воздействия. Только при их сбалансированном сочетании система способна реализовывать адаптационный ответ, направленный на развитие, а не разрушение.

Формальное увеличение только одного компонента – например, объёма, без учёта состояния адаптационных резервов приводит к снижению эффективности системы и срыву адаптационного процесса.

В связи с этим индивидуализированное программирование многолетнего тренировочного процесса должно базироваться на комплексной оценке RTL как системного индикатора и учитывать не только абсолютные величины нагрузки, но и качество реакции организма на её изменение.

Именно по этой причине особую актуальность приобретает не хаотичный эмпирический поиск «наилучших» комбинаций параметров тренировочной нагрузки – представляющий собой, по сути, уравнение с тремя неизвестными и бесконечным множеством возможных решений, – и не попытки впоследствии рационализировать неизбежно возникающие неудачи, а строго структурированный, управляемый процесс построения индивидуальной модели подготовки. Такой процесс должен основываться на моделировании, в основе которой лежит системная логика, предполагающая последовательное упорядоченное варьирование параметров нагрузки (объёма, интенсивности, трудности) в соответствии с текущими адаптационными возможностями спортсмена и целевыми ориентирами его многолетнего развития.

Подобная траектория роста характерна для спортсменок элитного уровня, хотя её конкретная динамика может варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей. Это наглядно демонстрируют графики на рисунке 18, отражающие возрастные изменения ключевых параметров тренировочной нагрузки олимпийской чемпионки и чемпионки мира 2024 года в индивидуальной гонке на шоссе – Grace Brown (Австралия).

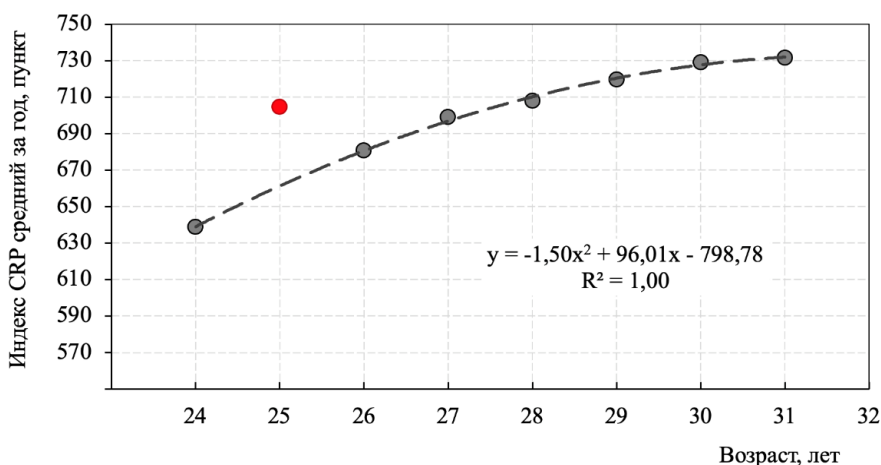


Красной точкой на среднем графике выделено значение, anomальное в данной выборке (возможна техническая ошибка в регистрации данных)

Рисунок 18 – Возрастная динамика ключевых показателей тренировочной нагрузки Grace Brown (Австралия), олимпийской чемпионки 2024 года по велоспорту-шоссе в индивидуальной гонке на время

Анализ возрастной динамики тренировочной активности С. Brown (24–31 год) показал стабильное ежегодное увеличение объёма времени, посвящённого специально-подготовительным упражнениям (СПУ), в среднем на 28,7 часа в год ($R^2 = 0,62$), что отражает последовательное наращивание специфической нагрузки.

Средняя скорость передвижения увеличивалась на 0,16 км/ч в год ($R^2 = 0,86$), а средний градиент тренировочных трасс – на 0,68 м/км в год ($R^2 = 0,84$), что свидетельствует о возрастании интенсивности и трудности нагрузки. Интеграция этих параметров в составной индекс CRP отразила параболическую зависимость с коэффициентом аппроксимации, близким к 1,0, как продемонстрировано на рисунке 19.



Красной точкой на графике выделено значение, аномальное в данной выборке (возможна техническая ошибка в регистрации данных)

Рисунок 19 – Возрастная динамика среднегодового индекса CRP тренировочной нагрузки С. Brown (Австралия), олимпийской чемпионки и чемпионки мира 2024 года по велоспорту – шоссе в индивидуальной гонке

Идеальная корреляция возрастной динамики индекса CRP ($R^2 = 1,0$), отражающего совокупность показателей «время – скорость – градиент дистанции» в структуре годичных макроциклов, указывает на закономерное и поступательное развитие специальной физической подготовленности спортсменки. Такая динамика свидетельствует о высокой обоснованности и целенаправленности применяемой тренировочной стратегии. Эффективность подготовки подтверждается выдающимся

результатом на Олимпийских играх 2024 года, где G. Brown одержала победу в индивидуальной гонке с преимуществом в 1 минуту 31,6 секунды (что эквивалентно 3,7 % по средней скорости) – наибольшим отрывом с 1996 года.

Анализ тренировочной активности спортсменок, входящих в число двадцати сильнейших по рейтингу PCS в соревновательном сезоне 2024 года, показал, что их среднее максимальное годовое время, затраченное на выполнение специально-подготовительных упражнений (СПУ), составляет 801,9 часа (стандартное отклонение – 155,6 ч; коэффициент вариации – 19,4 %), что эквивалентно 16,0 часам в неделю и соответствует 81,7 % аналогичного показателя у мужчин. При этом средняя годовая максимальная скорость передвижения составляет 29,81 км/ч ($sd = 0,90$ км/ч; $cv = 3,0$ %), а средний градиент дистанции – 13,4 м/км ($sd = 2,7$ м/км; $cv = 20,3$ %).

Полученные данные свидетельствуют о том, что эффективная стратегия программирования тренировочной нагрузки у спортсменок высокого уровня может основываться на варьировании объёма работы и профиля (трудности) дистанции при сохранении относительно стабильного уровня средней скорости передвижения. Это подтверждает целесообразность индивидуального подхода к регулированию нагрузки через управление объёмом и трудностью, а не исключительно через темп.

Следует также отметить, что в системе подготовки высококвалифицированных шоссейных велогонщиц доля СПУ в общем объёме физической работы достигает 97–100 %. Вероятно, это связано с тем, что на данном уровне тренировочного процесса элементы общей физической подготовки (ОПУ) либо выполняются эпизодически, либо не подлежат системной регистрации. В таких условиях ключевым параметром для планирования и анализа тренировочной нагрузки по зонам метаболического обеспечения выступает суммарное время выполнения физической работы при обязательном условии точного и непрерывного мониторинга всех тренировок.

▲ Научно обоснованная рекомендация. В системе подготовки женщин в шоссейном велоспорте в возрасте 17–28 лет рационально использовать модель прогрессивного наращивания нагрузки с постепенным увеличением объёма, интенсивности и трудности дистанции. Эмпирические данные и наблюдения за ведущими спортсменками подтверждают, что такая траектория обеспечивает поступательное развитие специальной физической подготовленности без риска срыва

адаптации. Ключевым ориентиром должна выступать устойчивость к нагрузке (RTL) как интегральный показатель готовности организма воспринимать возрастающее тренировочное воздействие. Использование модельной матрицы предельных значений параметров (таблица 17) позволяет адаптировать нагрузку с учётом возраста и текущего функционального состояния. Эффективное развитие возможно лишь при согласованном варьировании объёма, скорости и профиля дистанций, а не за счёт их одностороннего увеличения. Целостный подход к программированию тренировочного процесса, основанный на системной логике и объективном мониторинге, позволяет выстраивать устойчивую траекторию роста спортивной формы и достигать пиковых результатов к 27–28 годам.

3.2.7. Научно обоснованные рекомендации по выбору и использованию оптимальных параметров частоты педалирования в современной системе подготовки спортсменов по велосипедному спорту – шоссе

Выходная мощность, зависящая от крутящего момента и частоты вращения педалей, является ключевым фактором производительности велосипедиста. Оптимальное соотношение этих параметров существенно влияет на эффективность езды. В теории и практике велоспорта спортсмен может выбрать разные стратегии достижения скорости: либо высокую частоту педалирования с низким усилием, либо низкую частоту с высоким усилием. Обсуждение этих параметров остаётся актуальным, так как выбор частоты педалирования зависит от спортивных целей, уровня подготовленности, особенностей трассы и других факторов.

В соответствии с предметом нашего исследования были изучены и проанализированы зарубежные источники, посвящённые указанному далее тематическим направлениям:

- взаимосвязь мощности и частоты педалирования в велоспорте;
- выбор предпочитаемой частоты педалирования;
- определение оптимальной частоты педалирования.

Многочисленные зарубежные исследования показывают, что оптимальная частота педалирования – один из наиболее важных аспектов производительности в шоссейных гонках [64]–[73].

Оптимум частоты определяют либо через математическое моделирование, учитывающее биомеханические и физиологические аспекты, либо через практические эксперименты с велосипедистами. Модели показывают, что зависимость мощности от частоты педалирования имеет квадратичную форму, и тесты на велоэргометре подтверждают это [64]–[66].

Многие исследования были направлены на определение оптимальной частоты педалирования с точки зрения эффективности езды на велосипеде. Австралийские специалисты Abbiss, Peiffer, Laursen отмечают, что частота педалирования, которую спортсмен считает для себя предпочтительной, может отличаться в зависимости от принятых критериев [67]. Анализ показал, что оптимальная частота педалирования влияет на экономию энергии, снижение усталости и повышение выходной мощности. В целом, частота выше 110 об/мин считается неэффективной из-за высоких энергетических затрат на стабилизацию тела [68]–[70].

Обобщая результаты проведённых исследований, можно заключить:

- частота педалирования сильно влияет на выходную мощность в шоссейном велоспорте;
- зависимость мощности от частоты педалирования имеет квадратичную форму, позволяющую определить оптимальную частоту для максимальной мощности;
- выбор оптимальной частоты педалирования улучшает эффективность езды.

Анализ полученных в ходе исследования данных показал, что спортсмен высокого уровня может стабильно поддерживать оптимальную частоту педалирования в течение года, адаптируя её под разные этапы подготовки. В качестве примера приведём анализ частоты педалирования у одного из ведущих в мире велосипедистов-шоссейников в годичном макроцикле спортивного сезона 2022 года. В сезоне у него было из 312 нагрузок 244 тренировочных и 68 соревновательных с данными частоты педалирования, зафиксированными в 92,2 % тренировок и 98,5 % гонок.

В гонках средняя частота педалирования составила 91,1 об/мин (разброс 84–103 об/мин), причём диапазон 90–92 об/мин использовался в 40,3 % случаев. В командных и индивидуальных гонках на время параметр достигал высшего значения – в среднем 98,9 об/мин. На тренировках среднее значение частоты педалирования было равно 90,9 об/мин

(разброс 81–100 об/мин), причём диапазон 88–96 об/мин использовался в 71 % тренировок.

Динамика частоты педалирования в формате «среднее за микроцикл» в годичном макроцикле подготовки спортсмена высокой квалификации представлена на рисунке 20.

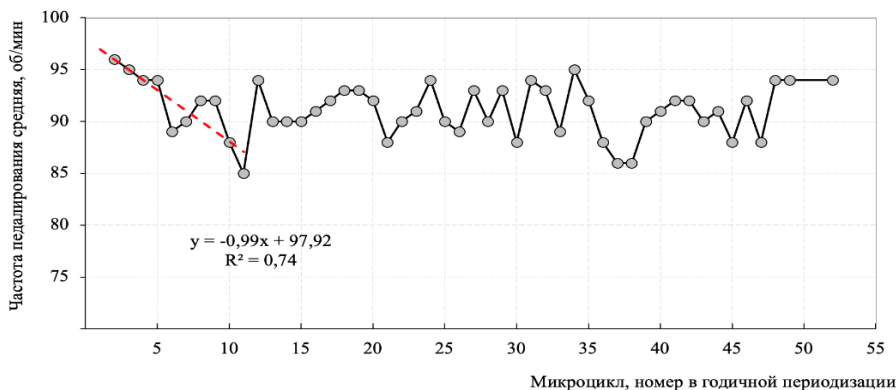


Рисунок 20 – Динамика частоты педалирования в формате «среднее за микроцикл» в годичном макроцикле подготовки в спортивном сезоне 2022 года у одного из спортсменов высокой квалификации в шоссейном велоспорте

Анализ изменения частоты педалирования в разрезе микроциклов не выявил четкой стратегии её применения в разные периоды подготовки. Однако, вероятно, на первом этапе подготовки (1–12 микроциклы годичного макроцикла) прослеживается тенденция начала сезона с высокой частотой педалирования (завышение до 10 % от среднегодового значения) и последующего её снижения с 96 до 85 об/мин (линейная функция, $R^2 = 0,74$). Так как за этот период индекс CRP имел стабильный линейный тренд роста (3,2 пункта в неделю), а укладка увеличилась с 5,75 до 6,23 м/об, то в совокупности это указывает на рост средней мощности с 213 до 227 Вт за указанный период.

Анализ изменения частоты педалирования в разрезе микроциклов не выявил явно выраженной стратегии её регулирования в течение всего макроцикла, однако в первой его четверти (1–12 микроциклы) наблюдается характерная тенденция: сезон начинается с завышенной частоты педалирования – на 8–10 % выше среднегодового значения, – после чего фиксируется её поступательное снижение с 96 до 85 об/мин (линейная зависимость, $R^2 = 0,74$). Одновременно отмечается стабильный рост индекса CRP (в среднем на 3,2 пункта в неделю) и увеличение

укладки с 5,75 до 6,23 м/об, что в совокупности свидетельствует о возрастании средней мощности с 213 до 227 Вт. Подобная динамика может отражать осознанную адаптивную стратегию, направленную на улучшение биомеханической эффективности и экономичности движений на фоне наращивания функциональной готовности.

Анализ этой информации позволяет с высокой вероятностью предположить, что выбор и применение конкретной частоты педалирования на каждом этапе и мезоцикле подготовки тщательно продуманы и управляемы.

Таким образом, знание оптимальных значений частоты педалирования применительно к конкретному спортсмену является важным аспектом профессионального отношения к выполнению физической работы при движении на велосипеде. Поэтому как параметр подготовки спортсменов высокого класса частота педалирования заслуживает особого внимания в процессе занятий. С этой целью рекомендуется:

- использовать современные теоретические и практические методики определения для конкретного спортсмена оптимального диапазона частоты педалирования с учётом уровня его СФП, а также этапа и мезоцикла подготовки;
- использовать в тренировочном процессе и в гонках инструментальные средства контроля заданной для спортсмена индивидуальной частоты педалирования;
- не допускать значительных отклонений (более 2 %) от установленной оптимальной частоты педалирования.

▲ Научно обоснованная рекомендация. В системе подготовки велосипедистов-шоссейников высокой квалификации частота педалирования представляет собой один из определяющих параметров, влияющих на выходную мощность, биомеханическую эффективность и устойчивость к тренировочной нагрузке. Теоретические модели и данные эмпирических исследований подтверждают, что зависимость между мощностью и частотой педалирования носит квадратичный характер, при этом оптимальный диапазон определяется с учётом уровня специальной физической подготовленности, этапа тренировочного макроцикла и характера нагрузки.

Анализ соревновательной активности показывает, что наибольшая эффективность в шоссейных гонках достигается при частоте педалирования в диапазоне 88–96 об/мин, с повышением до 98–100 об/мин в индивидуальных гонках на время. Внутригодовая динамика отражает типичную стратегию: в начальной фазе макроцикла (ориентировочно

в пределах 12 недель, соответствующих общеподготовительному этапу по Л.П. Матвееву) частота педалирования превышает среднегодовое значение на 8–10 %, а затем последовательно снижается, что сопровождается линейным ростом мощности и индекса CRP. Такая направленность изменений указывает на управляемое использование параметра в адаптационной логике тренировочного процесса.

Полученные данные подтверждают необходимость индивидуального определения оптимального диапазона частоты педалирования и его точного контроля в тренировках и соревнованиях, что способствует снижению физиологических затрат, повышению биомеханической эффективности и устойчивому росту спортивной формы.

3.2.8. Научно обоснованные рекомендации по выбору и использованию оптимальных параметров циклической структуры тренировочного процесса в современной системе подготовки спортсменов по велосипедному спорту – шоссе

Теоретическая основа структуризации многолетнего тренировочного процесса в спорте на современном этапе разработана в значительной степени благодаря трудам Матвеева Л.П., признанного основоположника интегративной теории физической культуры и спорта. Однако сам Матвеев Л.П. отмечал, что «современная теория спорта не может претендовать на исчерпывающее познание всех закономерностей её предметной сферы» [12]. Матвеев Л.П. выделяет следующие закономерности подготовки спортсмена:

- максимизация эффективности тренировочного процесса с углублённой индивидуальной специализацией;
- всесторонность и баланс спортивной тренировки с избирательной направленностью;
- обеспечение непрерывности тренировок для кумуляции тренировочного эффекта;
- постепенность и предельность в наращивании нагрузок;
- адаптивное моделирование соревновательной деятельности;
- структурирование тренировочного процесса в микро-, мезо- и макроциклах.

Эти принципы признаны специалистами в области спорта по всему миру и актуальны как для теории, так и для практики. В этом контексте мы проанализировали подготовку ведущих зарубежных спортсменов

с точки зрения современной теории спорта, включая средства, методы и структуру тренировочного процесса.

Максимизация эффективности тренировочного процесса с учётом индивидуального профиля спортсмена предполагает акцент на развитии наиболее значимых для него навыков и качеств. В шоссейном велоспорте среди спортсменов старше 19 лет можно условно выделить две основные категории:

- 1) лидеры команд – главные участники с высокой физической подготовкой, нацеленные на максимальный результат на одном – двух главных стартах в сезоне (команда имеет 2–3 таких лидера для ротации и поддержания результата на протяжении сезона с февраля по сентябрь);
- 2) ассистенты лидеров – их цель состоит в поддержании лидеров, обеспечивая командную работу на протяжении всего соревновательного сезона.

Также спортсменов высокой квалификации можно охарактеризовать с точки зрения деления их на возрастные группы:

- молодые спортсмены (19–23 года) – в этот период завершается развитие функциональных систем организма, поэтому важно постепенное увеличение нагрузки для избегания перенапряжения; в этот период даже повторение годовой нагрузки может улучшить результаты;
- взрослые спортсмены – с полностью сформированными физиологическими функциями, их тренировки могут включать более интенсивные нагрузки.

Исходя из указанного выше условного разделения спортсменов на категории и группы, спортивная тренировка спортсменов в макроцикле подготовки может строиться по четырём основным типам, с приоритетными целями, представленными в таблице 18.

Таблица 18 – Рекомендуемые приоритетные цели подготовки с учётом функции спортсмена в команде и возрастной группы

Категория спортсмена по функции в команде	Возрастная группа / приоритетная цель	
	19–23 года	24 года и старше
«Лидер»	1) развитие уровня СФП 2) выход на пик к главному старту сезона	1) выход на пик к главному старту сезона 2) сохранение достигнутого уровня СФП
«Ассистент»	1) развитие уровня СФП 2) помощь лидеру в гонке	1) сохранение достигнутого уровня СФП

Вариативность приоритетных целей, представленных в таблице 18, свойственна шоссейному велоспорту, поскольку победа в большинстве гонок хотя и определяется индивидуально, но достигается при поддержке всей команды, что делает шоссейные велогонки уникально командно-индивидуальными. В других дисциплинах велоспорта, особенно в «длительных локомоциях», такая командная особенность отсутствует, и выбор целей ограничивается верхней строкой таблицы 18.

Для всех высококвалифицированных зарубежных спортсменов в шоссейном велоспорте общим является следующее:

- преобладание специализированных упражнений (СПУ): зарубежные СВК уделяют 90–100% тренировочного времени на «передвижение на шоссейном велосипеде». У старших спортсменов (24+) тренировки почти полностью состоят из СПУ (возможно, они применяют ОРУ, но не фиксируют его, что важно учитывать при разработке тренировок для российских спортсменов);
- в течение дня проводится одна тренировка, так как её средняя продолжительность в макроцикле составляет 3–4 часа, что позволяет обеспечить полноценный отдых и восстановление.

В таблице 19 представлены данные статистического анализа параметра «время тренировочной сессии» в годичном макроцикле трёх ведущих зарубежных спортсменов высокой квалификации, представляющих различные возрастные группы и выполняющих различные функции в спортивной команде.

Таблица 19 – Данные статистического анализа параметра «время тренировочной сессии» ($t_{(tr)}$) в годичном макроцикле ведущих зарубежных спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велоспорта – шоссе

Спортсмен / возрастная группа / функция в команде	Статистический показатель					
	$t_{(tr)}$ (ч)	sd (ч)	cv (%)	min (ч)	max (ч)	n (шт.)
Р., 19–23 года, лидер	2,9	1,6	54	0,5	7,1	243
С., старше 24 лет, лидер	3,4	1,7	40	0,6	7,4	210
Г., старше 24 лет, ассистент	3,1	1,4	46	0,2	7,5	240

Статистический анализ показал значимое различие ($p < 0,05$) в среднем времени тренировочной сессии за годичный макроцикл

у лидеров команд Р. и С. из разных возрастных групп: 2,9 часа – для спортсменов 19–23 лет, 3,4 часа – для спортсменов старше 24 лет. Это подтверждает различия в индивидуальных тренировочных программах, ориентированных на разные цели. Параметр $t_i(tr)$ также отличается у ассистента и лидера в старшей группе (3,1 и 3,4 часа соответственно), хотя разница статистически недостоверна. Частотный анализ $t_i(tr)$ за макроцикл представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Данные частотного анализа параметра «время тренировочной сессии» в годичном макроцикле ведущих зарубежных спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велоспорта-шоссе

Спортсмен / возрастная группа / функция в команде	Интервал времени тренировочной сессии / частота встречаемости (%)							
	0–1 ч	1–2 ч	2–3 ч	3–4 ч	4–5 ч	5–6 ч	6–7 ч	7–8 ч
Р., 19–23 года, лидер	2,1	32,5	18,1	23,0	12,3	7,0	4,5	0,4
С., старше 24 лет, лидер	3,3	18,9	16,4	14,3	20,1	13,1	10,2	3,7
Г., старше 24 лет, ассистент	2,9	25,9	22,2	15,6	23,0	6,2	3,3	0,8

Анализ таблицы 20 показывает, что у молодого лидера команды – спортсмена Р. – наибольшая доля тренировок в годичном макроцикле приходится на сессии продолжительностью от одного до двух часов – 32,5 % всех тренировок. У взрослого лидера – спортсмена С. – преобладают тренировки продолжительностью четыре-пять часов (20,1 %), но сессии продолжительностью один-два часа также составляют значительную долю – 18,9 %. У ассистента – спортсмена Г. – тренировочная структура распределена более равномерно по четырём диапазонам (один-пять часов), что в сумме составляет 86,8 % нагрузки. Эти данные подтверждают принцип индивидуализированной специализации, направленной на максимизацию эффективности тренировочного процесса [12].

Высококласные зарубежные спортсмены, как правило, проводят одну тренировку в день. Это обусловлено двумя основными причинами:

1) длительная продолжительность основной тренировочной сессии (в среднем три-четыре часа), а с учётом подготовки и завершения тренировки время увеличивается до пяти-шести часов, что исключает возможность второй тренировки в день;

2) необходимость ежедневных восстановительных мероприятий, включая дневной сон, которые требуют дополнительного времени.

Двухразовые тренировки возможны лишь при централизованной подготовке с полным штатом тренеров и специалистов. Так, в профессиональной команде по велоспорту – шоссе INEOS Grenadiers на 30 спортсменов приходится 88 человек административного, тренерского, технического, медицинского и иного персонала. Такое соотношение практически невозможно реализовать в условиях сборной команды России, обеспечиваемой из средств федерального бюджета. Возможно, по этой причине в России подготовка спортсменов высокого класса по велоспорту обычно ведётся в составе региональных сборных команд.

Таким образом, одна тренировка в день для спортсменов в шоссейном велоспорте – это вынужденная мера, отражающая объективные условия.

Следующее наблюдение: для зарубежных СВК ежедневная физическая нагрузка является практической нормой – количество тренировочных сессий составляет от 294 до 355 дней в году. С учётом возможных 35–40 дней на переезды к сборам и соревнованиям это подтверждает принцип «непрерывности тренировочного процесса», обеспечивающий постоянное накопление тренировочного эффекта [12].

Ещё одно наблюдение связано с коротким переходным периодом, который у ведущих зарубежных СВК длится всего одну – две недели. В этот период спортсмены продолжают выполнять тренировочные нагрузки, хотя и в меньшем объёме, используя как СРУ, так и ОРУ. Сохраняется подход «меньше СРУ, но главное – ежедневно», что подтверждает одну из закономерностей Л.П. Матвеева о начале регресса тренированности уже после нескольких дней перерыва [12].

Таким образом, зарубежные СВК строго следуют принципу «гарантированной предельной непрерывности тренировочного процесса» с регулярными тренировочными нагрузками, создающими постоянный кумулятивный эффект на протяжении всего года и многолетней подготовки [12].

Далее – важный вывод о циклической структуре подготовки в годичном макроцикле велосипедистов высокого класса. Подготовительный период зарубежных СВК начинается в середине-конце октября с использованием СРУ (шоссейный велосипед) объёмом 20–25 часов в неделю и далее полностью строится на этих упражнениях. Это показательно для системы подготовки, так как полный календарь UCI

включает 791 соревнование в сезоне 2024 года, практически круглый год, что требует от тренеров и спортсменов выбора приоритетных гонок, учитывая интересы команд.

Анализ выступлений мужчин из ТОП-20 PCS рэнкинга в сезоне 2024 года показал, что их первый старт приходится на 112-й день после начала подготовки (около 16 недель микроциклов). В этот период, начиная с 23 октября 2023 года и до 11 февраля 2024 года, они полностью сосредоточены на базовой физической подготовке без участия в гонках.

Следующий этап – тренировки и относительно редкие гонки для оценки физической формы и подготовки к основным стартам, завершается в конце мая первой многодневкой Giro d'Italia. Продолжительность этого этапа также составляет около 15–16 недель.

Затем начинается период главных соревнований – национальных чемпионатов, Гранд Туров (Tour de France и La Vuelta ciclista a España), Олимпийских игр и чемпионатов мира, завершающийся 29 сентября 2024 года (примерно 16–17 недель).

Анализ длительности периодов подготовки CBK по велоспорту-шоссе был проведён на примере спортивного сезона 2024 года. Однако характер календаря соревнований и длительность периодов является типичным для всех последних спортивных сезонов.

Таким образом, современная подготовка лучших велогонщиков мира и календарь их гонок фактически подтверждают четырёхфазную структуру годичного макроцикла: 1) базовая подготовка; 2) специальная подготовка; 3) соревновательный период; 4) восстановление.

Для устранения путаницы в существующей среди тренеров и специалистов терминологии рекомендуется использовать термин «фаза» для обозначения этапов развития физической формы в велоспорте, так как он отражает отдельные стадии процесса с уникальными особенностями (синонимы – стадия, период, этап, цикл) [26]. Приняв «фазу» за единичный элемент структуры годичного макроцикла, представляем в таблице 21 полную модель циклической структуры с базовыми параметрами длительности, а также сроками начала и окончания фаз.

Таблица 21 – Модель фазовой циклической структуры годовичного макроцикла для спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта, включая базовые параметры различных фаз для спортивного сезона 2025 года

Наименование (рабочее) фазы подготовки спортсменов	Приоритетная задача подготовки	Продолжительность, недель	Даты для спортивного сезона 2025 года	
			начало	окончание
Фаза развития базовой тренированности (ФРБТ)	Повышение ёмкости и мощности метаболических процессов аэробного энергообеспечения	16	21.10.2024	09.02.2025
Фаза формирования соревновательной подготовленности (ФФСП)	Повышение мощности и эффективности метаболических процессов аэробного и смешанного аэробно-анаэробного энергообеспечения	16	10.02.2025	01.06.2025
Фаза реализации соревновательного потенциала (ФРСП)	Сохранение показателей биоэнергетических процессов энергообеспечения на достигнутом уровне	16	02.06.2025	21.09.2025
Фаза восстановления и перехода макроциклов (ФВГЦ)	Временное снижение уровня функционирования специфических биоэнергетических процессов	4	22.09.2025	19.10.2025

Модель фазовой циклической структуры годовичного макроцикла для спортсменов высокой квалификации в велоспорте, представленная в таблице 21, соответствует основным принципам спортивной подготовки и биологическим закономерностям развития спортивной формы. Она оправдана для спортсменов высокой квалификации с учётом специфики им присущей соревновательной практики и баланса фаз по продолжительности.

Для применения модели на практике её базовые параметры могут быть адаптированы тренерами, учитывая индивидуальные профили спортсменов и задачи на сезон. При этом не рекомендуется отклоняться от рекомендуемых показателей более чем на один – два микроцикла, чтобы не нарушить целостность тренировочного процесса и избежать риска перегрузки. Сохранение структуры в пределах этих рамок позволяет оптимально сочетать нагрузку и восстановление для устойчивых спортивных результатов.

После определения оптимальных параметров длительности фаз тренировочного процесса в годовичном макроцикле логическим

будет выглядеть получение знаний о долевым соотношении ключевых параметров физической работы в этих фазах. Матвеев Л.П. предлагает в данном случае термин «интегративный индекс воздействия» ключевых параметров, который может быть выражен в относительных величинах, которые рассчитываются как отношения данных параметров на этапах (в нашем случае – фазах) подготовки к наибольшей величине данных параметров в макроцикле [12]. Путей получения конкретных значений интегративного индекса воздействия ключевых параметров может быть, по сути, два: 1) теоретический – через механизм описательного или математического моделирования значений ключевых параметров с привязкой к основам теории спортивной тренировки; 2) эмпирический – через анализ подготовки лучших велогонщиков мира.

Рассмотрим вариант эмпирического пути поиска знаний. Для этого в годичном макроцикле были проанализированы данные подготовки спортсменов высокой квалификации в велоспорте – шоссе (выборка: 11 спортсменов, включая 2 женщины, 13 спортивных сезонов, уровень достижений – победители Олимпиад, чемпионатов мира, Гранд Туров и крупных международных гонок).

Анализ распределения нагрузки по ключевым параметрам был проведён для всех спортсменов по единой схеме годичного макроцикла «три фазы по 16 микроциклов плюс одна фаза из четырёх микроциклов» ($\{3 \times 16 + 1 \times 4\}$) и показал следующие результаты.

Параметр «время физической работы в СПУ». Распределение доли $\sum t(\text{spe})$ по фазам годичного макроцикла в процентах от общего годового объёма представлено в таблице 22.

Таблица 22 – Частоты встречаемости значений параметра «время физической работы в СПУ» – $\sum t(\text{spe})$ по фазам для спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта

Доля параметра от общего количества (%)	Частота встречаемости абсолютная	Частота встречаемости относительная (%)
Фаза развития базовой тренированности (ФРБТ)		
от 25 до 30	3	23
от 30 до 35	7	54
от 35 до 40	2	15
от 40 до 45	1	8

Фаза формирования соревновательной подготовленности (ФФСП)		
от 25 до 30	1	8
от 30 до 35	7	54
от 35 до 40	5	38
Фаза реализации соревновательного потенциала (ФРСП)		
от 20 до 25	1	8
от 25 до 30	5	38
от 30 до 35	7	54
Фаза восстановления и перехода макроциклов (ФВПЦ)		
от 0 до 1	2	15
от 1 до 2	6	46
от 2 до 3	2	15
от 3 до 4	1	8
от 4 до 5	1	8
от 5 до 6	1	8

В таблице 22 за 100 процентов принимается общее время физической работы в СПУ в годичном макроцикле. Анализ частот встречаемости параметра «время физической работы в СПУ» ($\Sigma t(spe)$) позволяет обосновать ориентировочную модель его фазового распределения в структуре годичного макроцикла: 34 % – 34 % – 30 % – 2 % от общего годового объёма, соответственно для фаз годичного МЦ – ФРБТ, ФФСП, ФРСП и ФВПЦ.

Параметр «скорость передвижения в СПУ». Доля средней скорости передвижения (\bar{v}) в специально-подготовительных упражнениях (СПУ) по отношению к среднегодовому значению, рассчитанному на основе всех тренировок и соревнований в рамках годичного макроцикла, представлена по фазам подготовки в таблице 23.

Таблица 23 – Частоты встречаемости значений параметра «скорость передвижения в СПУ» по фазам для спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта

Доля параметра от общего количества (%)	Частота встречаемости абсолютная	Частота встречаемости относительная (%)
Фаза развития базовой тренированности (ФРБТ)		
от 86 до 88	1	8
от 88 до 90	–	–
от 90 до 92	1	8
от 92 до 94	5	38
от 94 до 96	3	23
от 96 до 98	3	23
Фаза формирования соревновательной подготовленности (ФФСП)		
от 98 до 100	1	8
от 100 до 102	5	38
от 102 до 104	5	38
от 104 до 106	–	–
от 106 до 108	2	15
Фаза реализации соревновательного потенциала (ФРСП)		
от 95 до 100	2	15
от 100 до 105	7	54
от 105 до 110	3	23
от 110 до 115	1	8
Фаза восстановления и перехода макроциклов (ФВПЦ)		
от 60 до 80	2	15
от 80 до 100	2	15
от 100 до 120	8	62
от 120 до 140	–	–
от 140 до 160	1	8

Анализ частоты показателя «скорость передвижения в СПУ» (см. таблицу 23), а также сопутствующих статистических характеристик, позволяет обосновать следующую модель фазового распределения скорости в специально-подготовительных упражнениях: 94 % – 103 % – 104 % – 100 % от среднегодового значения, соответственно для соответствующих фаз годовичного МЦ.

Параметр «градиент дистанции». Доля среднего градиента дистанции (\bar{C}) в специально-подготовительных упражнениях по отношению к среднегодовому значению, рассчитанному на основе всех тренировок и соревнований в пределах годовичного макроцикла, представлена по фазам подготовки в таблице 24.

Таблица 24 – Частоты встречаемости значений параметра «градиент дистанции» по фазам для спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта

Доля параметра от общего количества (%)	Частота встречаемости абсолютная	Частота встречаемости относительная (%)
Фаза развития базовой тренированности (ФРБТ)		
от 90 до 100	8	62
от 100 до 110	2	15
от 110 до 120	1	8
от 120 до 130	2	15
Фаза формирования соревновательной подготовленности (ФФСП)		
от 80 до 90	3	23
от 90 до 100	3	23
от 100 до 110	6	46
от 110 до 120	1	8
Фаза реализации соревновательного потенциала (ФРСП)		
от 85 до 90	1	8
от 90 до 95	1	8
от 95 до 100	3	23
от 100 до 105	4	31
от 105 до 110	3	23

от 110 до 115	1	8
Фаза восстановления и перехода макроциклов (ФВПЦ)		
от 0 до 50	1	8
от 50 до 100	8	62
от 100 до 150	3	23
от 150 до 200	1	8

Анализ частот встречаемости значения градиента дистанции (\bar{G}), представленных в таблице 24, а также сопутствующих статистических показателей, позволяет рекомендовать следующую ориентировочную модель планирования трудности дистанции при выполнении специально-подготовительных упражнений (СПУ) по фазам годовичного макроцикла: 101 % – 98 % – 102 % – 85 % от среднегодового значения градиента, соответственно для фаз годовичного МЦ – ФРБТ, ФФСП, ФРСП и ФВПЦ.

В заключение следует подчеркнуть, что параметры циклической структуры подготовки зарубежных спортсменов высокой квалификации в дисциплинах длительных локомоций велосипедного спорта в целом демонстрируют высокую степень соответствия фундаментальным принципам спортивной тренировки. Это проявляется в поступательном и контролируемом наращивании нагрузок, их адаптивной модуляции в зависимости от этапа подготовки, а также в чёткой организационной структуре, реализуемой через систему микро-, мезо- и макроциклов, согласованных с логикой развития функциональной подготовленности и календарём соревновательной деятельности [12].

▲ Научно обоснованная рекомендация. Многолетняя подготовка спортсменов высокой квалификации в шоссейном велоспорте требует применения чётко структурированной модели годовичного макроцикла, основанной на принципах системности, непрерывности, индивидуализации и фазового регулирования тренировочной нагрузки. Эмпирические данные, полученные на основе анализа тренировочного процесса зарубежных лидеров мирового велоспорта, а также теоретические положения интегративной теории спортивной подготовки (Матвеев Л.П.), позволяют обосновать применимость четырёх-фазной модели годовичного цикла: фазы развития базовой тренированности (ФРБТ), формирования соревновательной подготовленности (ФФСП), реализации соревновательного потенциала (ФРСП) и восстановления/перехода между макроциклами (ФВПЦ).

Каждая фаза характеризуется определённым приоритетом в развитии биоэнергетических и функциональных систем, а также имеет чётко выраженную долю участия в совокупной нагрузке по ключевым параметрам: времени работы в СПУ ($\sum t(\text{spe})$), средней скорости передвижения (\bar{v}) и трудности дистанции (\bar{C}). Установленные долевые значения, выраженные в процентах от среднегодового уровня, позволяют формализовать управление нагрузкой и адаптацией:

- по параметру $\sum t(\text{spe})$: 34 % – 34 % – 30 % – 2 %;
- по параметру \bar{v} : 94 % – 103 % – 104 % – 100 %;
- по параметру \bar{C} : 101 % – 98 % – 102 % – 85 %.

Такое распределение демонстрирует адаптивно-прогрессивную структуру: увеличение интенсивности и специфичности нагрузки на этапе специальной и предсоревновательной подготовки при сохранении высокой плотности работы на базовом этапе и снижении нагрузки в восстановительный период.

Анализ средней продолжительности тренировочных сессий ($t(\text{tr})$) и частот их встречаемости в различных возрастных и функциональных категориях подтверждает, что тренировка у спортсменов старшего возраста и лидеров команд более длительна (до 3,4 часов в среднем), чем у молодых гонщиков (около 2,9 часов), что указывает на необходимость возрастной и ролевой индивидуализации в рамках общей модели.

Строгое соблюдение принципа непрерывности тренировочного процесса (до 355 тренировочных дней в году) и ограниченность переходного периода (1–2 недели) создают кумулятивный эффект, необходимый для долгосрочного удержания и развития спортивной формы. Параллельно, логика построения тренировочного процесса соответствует принципу предельной, но управляемой нагрузки, реализуемой через систему микро-, мезо- и макроциклов, адаптированных под индивидуальный профиль спортсмена и требования соревновательного календаря.

Таким образом, рекомендуется использовать четырёхфазную модель годового макроцикла с параметрическим управлением нагрузкой по каждому ключевому компоненту физической работы. Для практического применения тренерам целесообразно адаптировать базовую модель с учётом конкретных соревновательных задач, уровня подготовленности и возрастной динамики спортсменов, не нарушая логики фазовой структуры и не отклоняясь от рекомендуемых нормативов более чем на один-два микроцикла. Это обеспечивает реализацию принципа структурированной, индивидуально

направленной и биологически обоснованной подготовки спортсменов высокого класса.

3.2.9. Заключение по разделу 3.2

Подготовка спортсмена высокой квалификации к целевым соревнованиям должна начинаться с чёткой постановки цели, согласованной с его текущим уровнем физической готовности, состоянием здоровья и календарём главных стартов сезона. Задачи подготовки формулируются в соответствии с этой целью, структурируются по фазам макроцикла, визуализируются для повышения управляемости процесса и реализуются последовательно, без перекрёстного наложения. Контроль за их выполнением осуществляется с использованием объективных инструментальных методов, обеспечивающих точную оценку динамики и своевременную корректировку программы.

Эффективное управление подготовкой требует разработки индивидуальной модели тренировочного процесса, включающей тренировочные, восстановительные и поддерживающие мероприятия. Такая модель должна быть основана на профиле спортсмена, поставленных задачах, целевых физиологических показателях и доступных ресурсах. В структуре макроцикла ключевыми параметрами тренировочной нагрузки выступают объём (время работы), трудность (характер дистанции) и интенсивность (скорость или мощность выполнения). Качество реализации программных мероприятий обеспечивается регулярным мониторингом как внешней нагрузки, так и реакции организма на неё. Использование нормативных и рекордных значений, включая параметры частоты педалирования и профильные индексы (например, CRP), позволяет соотносить текущие показатели спортсмена с оптимальными ориентирами.

Практика подготовки сильнейших велогонщиков мира подтверждает, что эффективность тренировочного процесса напрямую зависит от следования научно обоснованным принципам спортивной тренировки: индивидуализации, непрерывности, цикличности, поступательности и управляемости нагрузки. Пренебрежение этими закономерностями чревато нарушением адаптационных механизмов и риском преждевременного завершения спортивной карьеры. Таким образом, современная система подготовки должна основываться на научно выверенной логике, обеспечивающей устойчивое развитие функциональных возможностей и достижение пиковых результатов в заданные сроки.

3.3. Мониторинг в системе подготовки спортсменов

3.3.1. Характеристика параметров методики мониторинга подготовки спортсменов

Подготовка спортсменов в современных условиях представляет собой целостный, алгоритмизованный учебно-тренировочный процесс, в котором сбалансировано сочетаются тренировочные и соревновательные нагрузки, восстановительные мероприятия, а также функциональное тестирование, тактико-техническая и иная специализированная подготовка. Все компоненты процесса организованы по заранее заданной логике и взаимосвязаны между собой, что обеспечивает поступательное и управляемое развитие функциональных, технических и психофизиологических качеств спортсмена.

Обеспечение непрерывного сопоставления фактического хода подготовки с индивидуально заданным планом, выявление отклонений от целевых параметров и своевременное внесение необходимых корректировок осуществляется в упорядоченной форме посредством механизма мониторинга. Он охватывает ключевые характеристики внешней и внутренней нагрузки, восстановительные мероприятия и организационные аспекты, формируя информационную основу для оперативного управленческого реагирования. Тем самым мониторинг выполняет функцию обратной связи между этапами планирования и реализации, обеспечивая точность, адаптивность и устойчивость тренировочного процесса. То есть мониторинг представляет собой по сути своей автоматизированную систему управления целенаправленной подготовкой спортсменов, основанную на двух ключевых элементах: «планирование» и «выполнение тренировочных упражнений». Принципы мониторинга заключаются в следующем:

- мониторинг применим к спортсмену, если параметры его тренировок измеримы и заданы программой подготовки;
- программа подготовки должна содержать количественные характеристики тренировочной работы с целевыми промежуточными показателями на ключевые моменты времени;
- показатели выполнения тренировочных нагрузок должны соответствовать запланированным параметрам;
- отклонения от целевых значений должны быть ограничены, и их превышение требует коррекции поведения управляемой системы «спортсмен».

Подсистема «тренировочные упражнения» – ключевой элемент спортивной подготовки, задающий параметры упражнений по времени, интенсивности и трудности, которые создают тренировочную нагрузку на функциональные системы организма спортсмена.

Согласно заключениям Л.П. Матвеева, внешние параметры нагрузки измеряются по количественным характеристикам работы (продолжительность, количество повторений, скорость движений и т.д.), а внутренние отражают физиологические реакции организма, такие как частота сердечных сокращений и объём вентиляции лёгких [12].

Принципы мониторинга предполагают, что параметры, включаемые в программу подготовки спортсмена (ПС), должны быть измеримыми и строго необходимыми для аналитической цели. Избыточное количество параметров ведёт к сложностям в аналитике и увеличению объёма данных, которые могут стать неуправляемыми.

В мониторинг ПС важно включать только ключевые параметры, вызывающие устойчивое повышение физической работоспособности спортсмена. Эти параметры зависят от специфики упражнений, которые делятся на соревновательные, специально-подготовительные и общеподготовительные. Каждый вид упражнений характеризуется уникальной пространственной и кинематической структурой, отражающей степень их схожести с основным соревновательным упражнением. Анализ параметров упражнений в шоссейном велоспорте показал оптимальный перечень объективных характеристик для каждого вида физической работы, что облегчает мониторинг и оценку эффективности тренировок.

Тренерская и экспертная практика в велосипедном спорте подтверждает, что ключевые элементы подсистемы «тренировочные упражнения», такие как «собственно-соревновательные» и «специально-подготовительные» упражнения, могут быть заданы и измерены в рамках ПС с применением наиболее значимых параметров, при условии наличия необходимого оборудования. В этой связи рекомендуется ограничить сбор данных для мониторинга только основными параметрами, чтобы минимизировать объём информации и сосредоточиться на критических показателях. Производные показатели, если они требуются, следует рассчитывать по формулам, используя заранее установленные методы расчёта.

Таким образом, с учётом выделения групп параметров, в реестр целевых параметров мониторинга спортивной подготовки для подсистемы «тренировочные упражнения» рекомендуется включить параметры, представленные в таблице 25.

Таблица 25 – Основные параметры, применяемые для описания подсистемы «тренировочные упражнения», включаемые в базу данных мониторинга спортивной подготовки велосипедистов в длительных локомоциях

Параметр	Условное обозначение	Единица измерения	Точность измерения
Основные параметры внешней стороны нагрузки			
1. Время выполнения физической работы	t	мин	0,1
2. Дистанция, преодоленная во время выполнения физической работы	s	км	0,01
3. Сумма положительных перепадов высоты	TC	м	1,0
4. Частота педалирования	Cd	об/мин	1,0
5. Мощность педалирования	P	Вт	1,0
Основные параметры внутренней стороны нагрузки			
1. Частота сердечных сокращений	HR	уд/мин	1,0
2. Объём вентилируемого воздуха за 1 минуту	PV	л/мин	0,1
3. Объём потребляемого кислорода за 1 минуту	VO ₂	л/мин	0,01
4. Концентрация лактата в крови	La	ммоль/л	0,1

Важно подчеркнуть, что отнесение параметров, приведённых в таблице 25, к категории «основных» носит условный характер. Некоторые из них, такие как частота сердечных сокращений (HR) или потребление кислорода (VO₂), формально являются производными – они рассчитываются на основе базовых данных (например, как отношение количества единичных измерений к времени). Однако благодаря их широкому признанию в теории и практике спортивной подготовки, а также высокой прикладной значимости в мониторинге функционального состояния велосипедистов, данные параметры обоснованно рассматриваются как отдельные и самостоятельные единицы наблюдения в структуре тренировочного процесса.

Производные единицы (параметры), которые могут быть получены формульным методом и использованы при мониторинге ПС, представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Производные параметры, применяемые для описания подсистемы «тренировочные упражнения», включаемые в базу данных мониторинга спортивной подготовки велосипедистов в длительных локомоциях

Параметр	Условное обозначение	Единица измерения	Точность измерения
Производные параметры внешней стороны нагрузки			
Скорость передвижения	v	км/ч	0,01
Градиент дистанции	G	м/км	0,1
Скорость набора высоты или скороподъёмность, средняя	RoC	м/ч	1,0
Напряжённость физической работы по скорости	CRP	балл	1,0
Расстояние, преодолеваемое за один оборот шатуна или «укладка»	GR	м/об	0,01
Производные параметры внутренней стороны нагрузки			
Напряжённость физической работы по частоте пульса	S _{HR}	%	0,1
Время, затраченное на физическую работу за счёт соответствующего метаболического субстрата (англ., metabolic substrate)	t _{MSI}	мин	0,1
Величина тренирующего воздействия (англ. the amount of training impact)	ATI	балл	1,0
Коэффициент использования энергии по частоте пульса, абсолютный	E _{HR}	м/уд	0,01
Коэффициент использования энергии по частоте пульса, относительный	E _{HR%}	м/%уд	0,01
Коэффициент использования энергии по мощности, абсолютный	E _p	м/Дж	0,01
Относительная мощность педалирования (за установленный период времени)	P _{W(TI)}	Вт/кг	0,01
Коэффициент использования энергии по потреблению O ₂ , абсолютный	E _{VO2}	м/мл	0,01
Коэффициент использования энергии по потреблению O ₂ , относительный	E _{VO2%}	м/мл%	0,01

Большинство производных параметров в таблице 26 вычисляются по стандартным формулам и не требуют пояснений. Однако некоторые параметры требуют уточнения их вычисления.

Скорость набора высоты (или скороподъёмность). Этот параметр широко применяется в авиации как RoC (rate of climb) и является одной из главных лётно-технических характеристик воздушного судна, которая определяет его манёвренность в вертикальной плоскости и измеряется в метрах в секунду [74]. Итальянский специалист Michele Ferrari внедрил его в практику велоспорта под названием VAM (*velocità ascensionale media*), как показатель уровня физической подготовленности велосипедиста [75].

Формула для расчёта VAM представлена в (10):

$$\text{VAM} = 60 \cdot (\text{dH}) / t \quad (10)$$

где

dH – разница высот подъёма в метрах;

t – время, затраченное спортсменом на подъем в минутах.

Специализированные интернет-ресурсы фиксируют показатели VAM у спортсменов при преодолении ими известных в велоспорте подъёмов. Эти данные сохраняются в истории тренировок, и специалисты ведут базы данных лучших значений VAM. Так на «Тур де Франс» спортсмены из ТОП-10 обычно показывает VAM около 1650–1800 м/ч, тогда как результаты 10–20 мест – 1 450–1 650 м/ч. Гонщики, стремящиеся уложиться в лимит времени, показывают 1 100–1 300 м/ч [50].

Следует иметь в виду, что эти данные достаточно условны, так как время поддержания VAM не всегда указывается, а данный параметр обратно пропорционален длительности удержания. Поэтому важны данные VAM и время его удержания или «VAM~t». Например, Tadej Pogačar на девятом этапе «Тур де Франс» 2023 года показал VAM=1 760 м/ч за 35 мин 11 с и VAM=2 035 м/ч за 14 мин 50 с, а на 16-м этапе – VAM=2 008 м/ч за 6 мин 55 с и VAM=1 686 м/ч за 14 мин 46 с. Победитель этого этапа Jonas Vingegaard показал VAM=2 177 м/ч за 7 мин 50 с и VAM=1 824 м/ч за 13 мин 39 с.

Эти данные («VAM~t») могут служить ориентирами для постановки целей в тренировках высококвалифицированных велосипедистов. Важно учитывать характеристики подъёма (длину, перепад высот, градиент) и специализацию спортсмена (например, «спринтер» или «горняк»), так как это влияет на показатели «VAM~t».

VAM используется специалистами не только как индикатор физической подготовленности и способности показывать высокие результаты

на горных этапах, но и как объективный инструмент для оценки относительной выходной мощности велосипедиста (в ваттах на килограмм массы тела) [50]. Формула расчёта относительной мощности ($P_{\text{отн}}$) имеет вид (11):

$$P_{\text{отн}} = VAM * g \quad (11)$$

где

g – физическая константа «ускорение свободного падения», равная $9,8 \text{ м/с}^2$.

Однако данная формула (11) может быть модифицирована, если принимать во внимание массу велосипеда и потерю мощности из-за трения (12):

$$P_{\text{отн}} = VAM / (200 + 10 * Gr\%) \quad (12)$$

где

$Gr\%$ – уклон подъёма в процентах [50].

В настоящее время параметр VAM (скорость вертикального набора высоты) получил широкое признание среди специалистов в области велоспорта и обоснованно может рассматриваться как один из ключевых показателей оценки уровня специальной физической подготовленности российских спортсменов. Однако важным ограничением при его использовании является то, что VAM применим исключительно на участках дистанции с выраженным подъёмом, и может выступать целевым параметром подготовки только в строго определённых условиях рельефа.

Для более универсального мониторинга динамики СФП в реальных тренировочных условиях необходим аналогичный по надёжности и информативности показатель, пригодный к использованию в разнообразных маршрутах и профилях местности.

В качестве такого параметра рекомендуется использовать среднюю скороподъёмность (Rate of Climbing, RoC), которая рассчитывается по формуле (13) на основе базовых измерений и позволяет объективно оценивать работоспособность спортсмена в условиях переменного рельефа, сохраняя сопоставимость данных между различными тренировками и участками дистанции.

где

TC – сумма положительных перепадов высот на дистанции в метрах;

t – время выполнения физической работы в часах.

Единица измерения RoC – м/час.

Параметр RoC отражает среднюю скорость набора высоты спортсменом за всю тренировочную или соревновательную дистанцию, включая участки со спусками. Анализ тренировочных нагрузок высококвалифицированных зарубежных и российских велосипедистов показал, что RoC обладает высокой надёжностью, точностью измерения (с учётом погрешностей TC и времени) и значительной прогностической ценностью.

Следующий параметр, используемый для описания подсистемы «тренировочные упражнения» и требующий дополнительных пояснений, – это напряжённость физической работы, которая определяется на основе частоты сердечных сокращений.

Параметр «напряжённость физической работы по частоте пульса» рассчитывается на основе частоты сердечных сокращений (HR) и позволяет оценить интенсивность физической нагрузки без помех для спортсмена, так как HR – это практически единственный физиологический параметр, доступный для инструментального измерения в реальном времени. Интенсивность чаще всего определяется как процент от максимальной HR, зафиксированной в упражнениях предельной интенсивности, а затем распределяется по зонам, выражаемым в процентах от HRmax [76], [77]. Однако такое горизонтальное градуирование, при котором значение интенсивности остаётся постоянным независимо от продолжительности нагрузки, не учитывает эффект утомления и снижение мощности при длительной работе, когда частота пульса может снижаться с увеличением времени нагрузки.

При продолжительных нагрузках в велосипедном спорте «горизонтальные» пульсовые зоны могут приводить к неверной оценке физиологической реакции организма. В ответ на эту проблему был предложен параметр «напряжённость физической работы по частоте пульса, средняя», выражающийся через отношение средней рабочей частоты пульса к максимально возможной для спортсмена средней HR за данный период и рассчитывающийся по формуле (14):

$$\bar{S}(\text{HR}) = \text{HR}(\text{work}) / \text{HR}(\text{max}) \quad (14)$$

где

$\bar{S}(\text{HR})$ – напряжённость физической работы по частоте пульса, средняя, выраженная в процентах;

$\text{HR}(\text{work})$ – частота пульса рабочая, средняя за время работы;

$\text{HR}(\text{max})$ – частота пульса рабочая, средняя за время выполнения физической работы, максимально возможная для конкретного спортсмена.

Исследования показали, что измерение максимальной HR у спортсменов в различных тестах обладает значительной вариативностью (cv около 4 %), что затрудняет её использование для расчёта интенсивности нагрузки [78]. В качестве надёжной ориентирной величины для оценки относительной напряжённости физической работы целесообразно использовать параметр «средняя частота пульса за 10 минут при максимально допустимой нагрузке» – $\text{HRmax}(10')$, отражающий индивидуально достижимый предел функциональных возможностей спортсмена в устойчивом рабочем режиме. Относительная напряжённость нагрузки, выраженная через частоту сердечных сокращений, может быть рассчитана по формуле (15), представляющей собой эмпирически выведенную модель:

$$\bar{S}(\text{HR}) = 89,0 * \frac{\text{HR}(\text{A}) * t(\text{A})}{\text{HRmax}(10') * (t(\text{A}) + 5,45)^{0,9649} - 5,135} \quad (15)$$

где:

$\bar{S}(\text{HR})$ – средняя напряжённость физической работы по пульсу, выраженная в процентах от индивидуального максимума;

$\text{HR}(\text{A})$ – средняя рабочая частота пульса за период выполнения физической работы;

$t(\text{A})$ – продолжительность выполняемой работы (в минутах);

$\text{HRmax}(10')$ – средняя частота пульса за 10 минут при максимальной нагрузке, зафиксированная у конкретного спортсмена [78].

Данная формула позволяет не только оценить физиологическую стоимость нагрузки, но и стандартизировать показатели утомления и интенсивности в рамках индивидуализированной модели тренировочного процесса.

Технологический прогресс в области мобильных устройств для регистрации и хранения физиологических данных существенно

упростила процесс анализа функционирования сердечно-сосудистой системы спортсмена в реальном времени. Благодаря использованию современных датчиков стало возможным получение высокоточной пульсограммы с жёсткой временной привязкой: каждому измеренному значению частоты пульса $HR_i(A)$ соответствует конкретный момент времени $t_i(A)$. Такая детализация потребовала формализации подхода к оценке мгновенной напряжённости физической работы, что и было реализовано в виде следующего выражения (формула 16):

$$S_i(HR) = 92,24 * (t_i(A))^{0,0351} * \frac{HR_i(A)}{HR_{\max}(10')} \quad (16)$$

где:

$S_i(HR)$ – мгновенная напряжённость физической работы, рассчитанная на основе частоты пульса в конкретный момент времени $t_i(A)$, выраженная в процентах от индивидуального максимума;

$HR_i(A)$ – зафиксированное в момент $t_i(A)$ значение рабочей частоты пульса, характеризующее текущий уровень физиологической нагрузки;

$t_i(A)$ – конкретная временная отметка с начала выполнения физической работы (в минутах или секундах), к которой привязывается значение $HR_i(A)$;

$HR_{\max}(10')$ – индивидуально определённая средняя частота пульса за 10 минут при максимально допустимой нагрузке, приведённая к соответствующему моменту времени $t_i(A)$ с учётом темпа адаптационного отклика сердечно-сосудистой системы.

Такая параметризация позволяет проводить высокоточную динамическую оценку физиологического состояния спортсмена в ходе тренировочного или соревновательного воздействия.

Формула (16) позволяет рассчитать временной график интенсивности физической работы в процентах от максимальной возможной для конкретного спортсмена, что даёт возможность оценить эффективность прохождения каждого отрезка гоночной дистанции.

Кроме того, появляется возможность создать частотное распределение значений $S_i(HR)$, представленное в виде гистограммы, показывающей общее время работы в различных диапазонах значений $S_i(HR)$.

Для решения задачи интерпретации значений мгновенной частоты пульса $HR_i(A)$ в контексте специфики длительных локомоций в шоссейном велоспорте была разработана специализированная шкала

пульсовых зон, отражающая соответствие между диапазонами частоты пульса и преобладающими метаболическими режимами энергообеспечения. Данная шкала представлена в таблице 27 и предназначена для точной классификации физиологического состояния спортсмена в различные моменты тренировочной или соревновательной нагрузки.

Таблица 27 – Шкала метаболических режимов энергообеспечения для длительных локомоций велосипедного спорта и их пульсовых режимов

Наименование метаболического режима энергообеспечения физической работы и его характеристика	Условное обозначение	Биоэнергетические критерии в процентах от HRmax(10')	
		мощность	ёмкость
Промежуточный	MP_16	73,2	–
Аэробное фосфорилирование (белковый ресинтез АТФ) – основной	MP_15	75,1	73,2
Промежуточный	MP_14	77,0	75,1
Аэробное фосфорилирование (белковый ресинтез АТФ) – основной	MP_13	79,0	77,0
Промежуточный	MP_12	81,1	79,0
Аэробное фосфорилирование (липидный и белковый ресинтез АТФ) – смешанный	MP_11	83,2	81,1
Промежуточный	MP_10	85,4	83,2
Аэробное фосфорилирование (липидный ресинтез АТФ) – основной	MP_9	87,6	85,4
Промежуточный	MP_8	89,9	87,6
Аэробное фосфорилирование (углеводный и липидный ресинтез АТФ) – смешанный	MP_7	92,2	89,9
Промежуточный	MP_6	94,6	92,2
Аэробное фосфорилирование (углеводный ресинтез АТФ) – основной	MP_5	97,1	94,6
Промежуточный	MP_4	99,6	97,1
Анаэробный и аэробный углеводный ресинтез АТФ – смешанный	MP_3	102,2	99,6
Промежуточный	MP_2	104,9	102,2
Анаэробный углеводный ресинтез АТФ (гликолиз) – основной	MP_1	107,6	104,9
Промежуточный	MP_0	–	107,6

Методологической основой данной шкалы стал полный биоэнергетический спектр тренировочных нагрузок, разработанный применительно к беговым нагрузкам в лёгкой атлетике Смирновым М.Р. [54].

В таблице 27 указаны также биоэнергетические критерии МР:

- «мощность МР, отражающая скорость освобождения энергии в соответствующем метаболическом процессе;
- ёмкость МР, отражающая размеры доступных для использования субстратных фондов в каждом МР или общее количество метаболических изменений в организме за время работы» [17].

Указанные выше принципы и положения послужили теоретико-методологической основой для расчёта параметров, используемых в методике мониторинга внутренних параметров тренировочных нагрузок в длительных локомоциях велосипедного спорта. Среди них:

- «напряжённость физической работы по частоте пульса, средняя за время выполнения физической работы»;
- «напряжённость физической работы по частоте пульса, мгновенная в момент времени выполнения физической работы»;
- «суммарное время физической работы, обеспеченной за счёт конкретного биохимического субстрата и соответствующего конкретному метаболическому режиму».

Третий параметр для описания «тренировочных упражнений» – это «величина тренирующего воздействия» (англ. the Amount of the Training Impact – ATI), который учитывает следующие три ключевых аспекта.

В биоэнергетике спорта применяется критерий эффективности метаболического обмена, показывающий, насколько рационально используется энергия для мышечной работы [17]. Мощность метаболических источников постепенно снижается от алактатной анаэробной к аэробной способности, что может быть отражено определёнными количественными показателями [17], [54].

В отечественной спортивной теории используется термин «величина тренирующего воздействия», а зарубежные специалисты и тренеры используют для этого термины Training Stress Scores (TSS), Training Impulse (TRIMP) и другие [17], [79]–[84].

Величина тренирующего воздействия ATI отражает интегративную реакцию организма на физическую нагрузку, измеряемую в баллах.

На основе этих аспектов в рамках проведённых исследований был разработан алгоритм для расчёта ATI в каждом метаболическом режиме. Параметр ATI в отдельном i-том метаболическом режиме рассчитывается по формуле (17).

$$ATI (MP_i) = k (MP_i) * \sum t (MP_i) \quad (17)$$

где

$ATI (MP_i)$ – величина тренирующего воздействия в i -том метаболическом режиме, суммарная в баллах;

$k (MP_i)$ – весовой фактор в i -том метаболическом режиме, константа;

$\sum t (MP_i)$ – время физической работы в i -том метаболическом режиме, суммарное.

Общая величина тренирующего воздействия, возникающего в результате выполнения единичной физической работы – тренировки или соревнования, рассчитывается по формуле (18).

$$ATI = \sum_{i=1} ATI (MP_i) \quad (18)$$

где

ATI – общая величина единичного тренирующего воздействия, возникающего в результате выполнения единичной физической работы;

i – количество метаболических режимов в соответствии с таблицей 27;

$ATI (MP_i)$ – величина тренирующего воздействия в i -том метаболическом режиме.

Таким образом, параметр «величина тренирующего воздействия» количественно зависит от времени выполнения физической работы с определённой напряжённостью, которая дискретно определяется на основе биоэнергетического спектра обеспечения физической деятельности в длительных локомоциях велосипедного спорта по 17 (0–16) метаболическим режимам энергетического обеспечения.

Подсистема «соревновательные упражнения» в мониторинге подготовки велогонщиков включает ключевые параметры, важные для оценки физической нагрузки и её воздействия на функциональные системы организма. Участие в гонках – один из основных источников нагрузки, особенно для высококвалифицированных спортсменов, у которых соревновательные упражнения могут составлять до 40 % общего тренировочного объёма. Многодневные гонки особенно представляют собой не только соревнования, но и интенсивные тренировочные сессии, способствующие развитию выносливости и улучшению физиологических показателей.

Второй аспект включения параметров соревновательных упражнений в мониторинг спортивной подготовки заключается в том, что результат спортивного соревнования, при соблюдении определённых условий стандартности выполнения собственно соревновательных упражнений, может служить промежуточным или этапным целевым индикатором успешности выполнения индивидуальной программы подготовки. Однако следует принимать во внимание, что большинство стартов для спортсменов высокого уровня (до 70 и более в год) направлены на «повышение спортивного мастерства» или выполнение командных задач, таких как поддержка товарищей в групповых гонках. Поэтому в таких случаях результат соревнования не стоит рассматривать как целевой индикатор мониторинга, поскольку достижение личного рекорда не является целью участия.

Таким образом, параметры соревновательных упражнений необходимо учитывать в мониторинге, чтобы в максимальной степени оценивать физическое состояние спортсмена и эффективность тренировочной программы. Это позволяет тренерам корректировать нагрузку и адаптировать подготовку спортсмена для достижения максимальных результатов. Учитывая специфику выполнения соревновательных упражнений, в реестр параметров мониторинга спортивной подготовки для подсистемы «соревновательные упражнения» рекомендуется включить несколько ключевых показателей, фактически аналогичных показателям подсистемы «тренировочные упражнения». Кроме этих параметров в мониторинг программы спортивной подготовки рекомендуется включать также параметры самого соревнования, такие как дата, статус и наименование соревнования, спортивная дисциплина, цель участия.

В разделе «общеподготовительные упражнения» подсистемы «тренировочные упражнения» важен ряд характерных параметров. Однако для велогонщиков высокого класса, специализирующихся на длительных дистанциях, доля ОПУ в тренировках крайне мала. Например, у чемпиона мира 2022 года R. Evenepoel объём ОПУ в сезоне составил всего 84 часа (около восьми процентов от общего тренировочного времени), а у A. van Vleuten, олимпийской чемпионки, в сезоне 2021 года – ноль процентов. В программах подготовки велогонщиков высокого класса роль ОПУ минимальна, что рекомендуется отражать в базе данных мониторинга фактически двумя основными параметрами – временем выполнения ОПУ и средней частотой сердечных сокращений. Дополнительно в программе ПС также может быть указано средство и метод выполнения ОПУ.

Подсистема «восстановительные мероприятия» играет ключевую роль в спортивной подготовке наряду с «тренировочными нагрузками». Восстановительные мероприятия классифицируются по типам воздействия на организм:

- педагогический тип воздействия;
- гигиенический;
- медико-биологический;
- психологический;
- медикаментозный;
- физиологический.

Ассортимент восстановительных мероприятий для велосипедистов высокого уровня насчитывает более 60 процедур и зависит от типа спорта, этапа подготовки, характера нагрузки и индивидуальных особенностей спортсмена.

Для полноценного мониторинга восстановления спортсменов необходимо создать классификатор ВМ, включающий количественные и качественные параметры. Главным параметром сегодня остаётся «время выполнения ВМ», поскольку отсутствует полная научная классификация восстановительных процедур, детализирующая их цели, задачи, направленность, методики и количественный эффект для велоспорта.

Подсистема «контрольные мероприятия» в мониторинге подготовки охватывает медицинские обследования, научно-методическое сопровождение, тесты и ежедневные наблюдения за состоянием спортсмена. В подготовке велосипедистов высокого уровня контрольные мероприятия включают тестирования, контрольные тренировки и анализ результатов выступлений. Эти процедуры требуют стандартизации и надёжности данных.

Рекомендуемые контрольные тесты для оценки функциональной подготовки:

- лабораторный тест на велоэргометре с удержанием максимальной мощности в течение 20 минут;
- лабораторный тест на велоэргометре с удержанием максимальной мощности на дистанции 5 км (для детей до 12 лет – 3 км);
- полевой тест на велосипеде в индивидуальной гонке на замкнутой трассе (10–40 минут, градиент до 6–7 м/км).

Для полноценного сбора данных по подсистеме «контрольные мероприятия» необходимо организовать научно-методическое сопровождение подготовки спортсменов, включающее привлечение специалистов соответствующего профиля и современного лабораторного

оборудования. Это позволяет анализировать параметры дыхания, капиллярной крови и морфологического статуса спортсмена, что является обязательным условием для разработки, реализации и мониторинга программ подготовки атлетов высокого уровня.

Спортивная подготовка проводится в определённых условиях, которые можно описать через подсистему «внешняя среда». Для подготовки велосипедистов высокого класса параметры внешней среды учитываются при организации тренировок в разных географических и климатических зонах. Ключевые параметры этой подсистемы включают температуру, влажность, атмосферное давление, содержание кислорода и рельеф маршрута.

Концентрация кислорода обратно пропорциональна высоте над уровнем моря: с увеличением высоты она снижается из-за уменьшения атмосферного давления. На высоте 2 000 м содержание кислорода падает до 16 %, на 3 000 м – до 14 %, а на 5 000 м – менее 10 %. Это особенно важно учитывать при подготовке к гонкам на высоте свыше 1 000 м, где уже требуется адаптация организма к уменьшенному уровню кислорода.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Мониторинг подготовки спортсменов рекомендуется выстраивать на основе целевого отбора ключевых параметров, отражающих внешнюю и внутреннюю стороны нагрузки, надёжные и информативные параметры восстановления, контрольных мероприятий и условий внешней среды. Включение в мониторинг ПС только информативных и измеримых показателей повышает управляемость тренировочного процесса, снижает избыточность данных и обеспечивает адаптацию программы подготовки к индивидуальным особенностям спортсмена и условиям нагрузки.

Для эффективной реализации рекомендуется:

- использовать унифицированный набор параметров для каждой подсистемы (тренировочные, соревновательные, восстановительные и др.);
- применять автоматизированные цифровые средства сбора, хранения и анализа данных;
- учитывать метаболические режимы, биоэнергетические характеристики и пульсовые зоны, адаптированные к длительным локомоциям в велосипедном спорте;
- использовать производные параметры, такие как RoC, VAM, S(HR), ATI, как ориентиры индивидуального прогресса;
- ограничивать набор параметров по принципу функциональной достаточности и аналитической целесообразности.

Такая модель мониторинга обеспечивает научно обоснованную оценку состояния спортсмена, позволяет своевременно корректировать тренировочные воздействия и поддерживает высокую точность подготовки к ключевым стартам.

3.3.2. Методы планирования внешних и внутренних факторов тренировочных нагрузок, восстановительных и иных мероприятий организации тренировочного процесса и целевых показателей методики мониторинга подготовки спортсменов

Мониторинг подготовки спортсмена, функционирующий как автоматизированный механизм управления тренировочным процессом (ТП), представляет собой совокупность взаимосвязанных подсистем и функциональных модулей. Одной из ключевых является **подсистема проектирования ТП** (термин «проектирование» в данном контексте более точно отражает сущность процесса по сравнению с традиционно используемыми понятиями «планирование» или «программирование»). Её основная задача — формализация и согласование внешних и внутренних параметров нагрузки, восстановительных мероприятий, организационных условий, а также определение целевых ориентиров индивидуальной подготовки спортсмена. Именно на базе проектной модели формируются исходные ориентиры, с которыми впоследствии сопоставляются данные текущего контроля, что позволяет реализовать точную диагностику, своевременную коррекцию и адаптивное управление всем ходом тренировочного процесса.

Процесс проектирования мероприятий программы ПС включает ввод ключевых параметров мероприятий в базу данных мониторинга ПС. Данные вводятся вручную или путём выбора показателей из реестров (библиотек), созданных в БД МПС. Эти реестры разработаны на основе теоретико-методологических принципов, сформулированных ведущими отечественными специалистами в области теории и методики спортивной тренировки.

Первый этап работы над проектированием индивидуальной программы ПС (ИППС) состоит из трёх шагов:

- шаг 1: определение профиля спортсмена;
- шаг 2: постановка цели и формулирование задач;
- шаг 3: составление календарного плана участия в спортивных соревнованиях, используя для этого базу данных ЕКП [85].

Профиль спортсмена в ИППС включает деперсонифицированные данные о состоянии его здоровья, развитии функциональных систем, поддерживающих спортивную деятельность, а также уровнях специальной и общей физической подготовленности. Информация для составления профиля может быть собрана из результатов ежегодного УМО и ЭКО, проводимых в рамках утверждённой для спортсмена программы научно-методического обеспечения. Рекомендуемая форма отчёта «Профиль спортсмена» представлена в приложении А на рисунке А.1.

Из вышесказанного становится очевидным, что УМО и ЭКО должны быть проведены перед началом спортивного сезона, для которого разрабатывается индивидуальный план спортивной подготовки. Это должно происходить в сроки 51-го или 52-го микроциклов предыдущего сезона, что станет отправной точкой для начала проектирования ИППС.

Важно подчеркнуть, что точность, надёжность и достоверность методов определения параметров профиля спортсмена (включая инструментальные методы) имеют решающее значение. Некоторые параметры являются ключевыми и используются в формулах, заложенных в алгоритм работы базы данных МПС. Истинность этих значений напрямую влияет на успешность реализации ИППС и, в итоге, на достижение поставленных целей.

По результатам ввода значений параметров профиля спортсмена в БД МПС формируется отчёт «Профиль спортсмена», который может быть представлен как на дисплее смартфона или ПК, так и в виде цифрового аналога с выводом на печать или для пересылки на другие устройства, например, планшет или смартфон тренера для просмотра и анализа.

Спортивная подготовка всегда направлена на достижение конкретных целей, а постановка цели и задач является ключевым этапом в разработке ИППС. Поэтому вторым шагом на первом этапе проектирования становится определение цели для спортсмена на предстоящий сезон и формулирование задач, необходимых для её достижения.

Главной целью ИППС обычно является достижение запланированного спортивного результата. Однако практика показывает, что постановка цели в рамках годичного макроцикла нередко вызывает затруднения в тренерской среде.

Проектировщик ИППС (спортсмен, тренер или специалист) должен, опираясь на анализ профиля спортсмена, сопоставить его

физические и функциональные возможности с условиями тренировочного процесса, зависящими от множества внешних факторов. Это сопоставление служит основой для постановки реалистичной цели.

При формулировке цели рекомендуется указывать вероятность её достижения [38]. Это поможет проектировщику ИППС лучше осознать возможные трудности и вызовы, которые предстоит преодолеть спортсмену и его команде в предстоящем сезоне, а также определить примерные риски и уровень их влияния на достижение цели.

Задачи в ИППС рекомендуется формулировать таким образом, чтобы их выполнение через последовательные действия спортсмена привело к достижению желаемого результата в заданные сроки, с указанием конкретных количественных показателей [38]. Иными словами, прирост уровня специальной работоспособности должен быть обеспечен положительными изменениями ключевых параметров функциональных систем организма, способствующих увеличению энергообеспечения в длительных локомоциях в велоспорте.

Кроме того, при формулировке задач важно учитывать развитие и закрепление технических навыков, усвоение теоретических знаний, совершенствование тактических приёмов в соревновательной борьбе, а также воспитание психологической устойчивости. Эти аспекты должны быть отражены в стратегической части программы – в разделе цели и задач ИППС.

Цель и задачи должны быть сформулированы максимально чётко и конкретно, с указанием количественно измеримых начальных и конечных параметров. Эти параметры могут быть выражены в числовом виде или через логические показатели по бинарному принципу «да – нет».

Форма отчёта «Цель и задачи индивидуальной программы подготовки спортсмена на спортивный сезон» в качестве примера представлена в приложении Б на рисунке Б.1.

Третьим шагом на первом этапе проектирования ИППС является определение перечня гонок, в которых спортсмен должен участвовать для содействия достижению цели. Целесообразность участия в тех или иных соревнованиях рекомендуется определять исходя из задач подготовки – будь то развитие функциональной подготовленности или достижение личных результатов.

Важно отметить, что обязательным условием для разработки полноценной ИППС является выполнение всех трёх шагов первого этапа её проектирования. Пропуск любого из них превращает тренировочные

и прочие мероприятия сезона в набор случайных действий с непредсказуемыми результатами, делая тренировочный процесс неуправляемым и лишённым целенаправленности.

Завершение первого этапа проектирования ИППС создаёт необходимую стратегическую основу подготовки спортсмена, которая позволяет приступить к разработке тактической части ИППС – планированию структуры и содержания спортивных мероприятий и тренировок.

Второй этап разработки ИППС начинается с проработки параметров циклической структуры годовичного макроцикла спортивной подготовки (первый шаг второго этапа). На этом этапе определяется состав и временные параметры годовичного макроцикла: периоды, этапы, мезоциклы (если они планируются) и микроциклы. Глубина детализации структуры и содержания макроцикла определяется тренером.

В этой связи стоит пояснить, как определяется порядковый номер недели спортивного сезона. Согласно пункту 2.2.10 ГОСТ Р 7.0.64–2018 (ИСО 8601:2004) «Представление дат и времени. Общие требования», первой неделей календарного года считается та неделя, на которую приходится первый четверг нового года, или, эквивалентно, неделя, содержащая 4 января [86]. Анализ организации спортивной подготовки в мировом шоссейном велоспорте показал, что спортивный сезон («календарный велосипедный год») начинается обычно у спортсменов высокого класса около 1 ноября (плюс – минус одна неделя). Для определения первой недели этого года или первого микроцикла спортивного сезона по аналогии с ГОСТ/ИСО рекомендуется использовать следующее правило: «первой неделей спортивного года в велоспорте является та неделя, на которую попадает первый четверг ноября, или, эквивалентно, неделя, содержащая 4 ноября». Соответственно, можно утверждать, что «спортивный сезон 2025 года» длится с ноября 2024 года по октябрь 2025 года. Тогда первый микроцикл приходится на неделю с 4 по 11 ноября 2024 года, а 52-й микроцикл – на неделю с 27 октября по 2 ноября 2025 года. Эта система определения порядковых номеров недель (микроциклов) заложена в методику мониторинга спортивной подготовки для велосипедного спорта.

При дальнейшем проектировании параметров циклической структуры годовичного макроцикла ПС рекомендуется использовать подготовленные реестры различных циклов подготовки, отвечающие основным правилам и закономерностям циклической структуры подготовки в годовичном макроцикле. Каждый цикл подготовки обладает уникальными характеристиками: цель, задачи, используемые методы

и средства тренировки, а также прогнозируемый результат. Все эти признаки для каждого цикла спортивной подготовки указаны в его паспорте, который хранится в реестрах базы данных МПС.

При этом разработанная методика МПС позволяет пользователю по своему усмотрению изменять или дополнять реестры циклов подготовки собственными разработками, включая возможность редактирования паспорта цикла. В случае использования методики МПС в условиях ДЮСШ отчёт должен соответствовать требованиям ФССП по велосипедному спорту в части разделов спортивной подготовки и часов, определённых ФССП на их освоение.

Практическим выходом первого шага второго этапа проектирования ИППС будет отчёт «Ключевые характеристики и параметры спортивной подготовки в годичном макроцикле ИППС», который представлен в приложении В на рисунке В.1.

Планирование параметров циклической структуры годичного макроцикла должно быть детально увязано с задачами, целевыми показателями и сроками их достижения, которые прописаны в индивидуальной программе спортивной подготовки. Это предполагает, что каждый цикл подготовки, будь то базовый, специальный или соревновательный, чётко направлен на решение определённых задач, которые последовательно ведут к достижению конечной цели подготовки.

Циклическая структура подготовки подразумевает последовательное прохождение спортсменом различных периодов. Каждый период делится на этапы, внутри которых определяются:

- длительность цикла – сколько времени будет затрачено на выполнение задач в рамках этапа или периода;
- интенсивность и объём тренировочных нагрузок – планируются с учётом адаптационных возможностей спортсмена;
- планируемые результаты – промежуточные контрольные показатели физической нагрузки, оцениваемые в конце каждого этапа.

Каждый цикл подготовки должен:

- включать конкретные задания, обеспечивающие рост ключевых показателей;
- предусматривать механизмы контроля, включая регулярное тестирование и оценку результатов.

Такое планирование, а точнее программирование тренировочных нагрузок, позволяет эффективно отслеживать прогресс с помощью мониторинга выполнения задач. Это достигается благодаря регулярному анализу данных, собранных в процессе тренировок, и их

сопоставлению с целевыми показателями. Визуализация демонстрирует последовательность, продолжительность и наполнение каждого этапа, обеспечивая тренеров инструментами для анализа и корректировки подготовки. В приложении Г на рисунках Г.1 представлен пример формы отчёта «Структура и содержание специальной физической подготовки в годичном макроцикле (по этапам)».

Вторым шагом на данном этапе проектирования ИППС рекомендуется разработка параметров контроля, предусматривающего отбор и включение в структуру годичного макроцикла мероприятий, направленных на проведение контрольных срезов и оценку промежуточных целевых показателей подготовки.

Целевые показатели являются ключевыми ориентирами в достижении целей и задач, поставленных в ИППС. Их расположение на временной шкале макроцикла должно быть тщательно увязано с этапами выполнения задач на каждом цикле подготовки. Планирование мероприятий для регистрации и анализа этих показателей в сравнении с заданными в ИППС позволяет эффективно контролировать возможные отклонения фактического выполнения программы от запланированной траектории. Таким образом, определение промежуточных целевых показателей составляет основу для проведения текущих и этапных комплексных обследований в рамках научно-методического обеспечения спортивной подготовки.

Система контроля реализации ИППС включает в себя набор параметров, которые фиксируются в ходе ежедневного наблюдения за самочувствием спортсмена, а также через результаты УМО, ЭКО и регулярного специализированного тестирования. Микроциклы, в которых планируется проведение УМО и/или ЭКО, должны быть строго привязаны к завершению определённого периода или этапа подготовки.

Методы, тесты и упражнения для контроля следует выбирать, руководствуясь принципом баланса между необходимостью и достаточностью информации, чтобы точно ответить на вопрос: «Насколько успешно решается поставленная задача?» Очевидно, что завершение общеподготовительного этапа не обязательно предполагает проверки уровня специальной физической подготовленности, за исключением случаев, когда важно зафиксировать базовый уровень СФП для последующей операции мониторинга на этапе специальной подготовки.

Перечень промежуточных и итоговых целевых показателей мониторинга зависит, главным образом, от уровня профессиональной теоретической и методической подготовленности разработчика ИППС,

наличия необходимого спортивно-технического оборудования и умения управлять процессом подготовки на основе анализа фактических и заданных значений целевых показателей.

Планирование промежуточных целевых индикаторов развития уровня специальной физической подготовленности в БД МПС рекомендуется осуществлять по параметрам внешней и внутренней сторон физической работы, зафиксированных в стандартных условиях тестирования на велоэргометре.

Индивидуальная гонка на время, как испытание для оценки уровня специальной физической подготовленности, должна проводиться на слабопересечённом или среднепересечённом рельефе с градиентом не более 6–8 м/км по кольцевому маршруту и продолжительностью от 10 до 40 минут. Трасса должна быть защищена от ветра, без резких поворотов, с учётом требований безопасности для спортсменов. Длина дистанции и набор высот должны быть точно измерены. Наилучший вариант – выбрать одну постоянную тестовую трассу, что позволит максимально стандартизировать условия тестирования и повысить качество и надёжность получаемых данных. Методика мониторинга спортивной подготовки, реализованная в базе данных МПС, позволяет автоматизировать расчёт уровня СФП через калькулятор индекса CRP, практически реализованного на Единой информационной спортивной платформе «Велоспорт России» – <https://rus.bike/crp>.

Третьим шагом второго этапа проектирования ИППС является планирование спортивных мероприятий (в том числе тренировочных нагрузок), восстановительных и иных мероприятий ПС.

Планирование повышения уровня общей физической подготовленности основывается на результатах выполнения упражнений, предусмотренных федеральным стандартом спортивной подготовки по велоспорту [32]. Для обеспечения объективности оценки параметров развития основных физических качеств спортсменов в ходе тренировочного процесса рекомендуется использовать методику мониторинга уровня ОФП, основанную на перечне упражнений из ФССП и единых показателей.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Рекомендуется выстраивать процесс планирования индивидуальной программы подготовки спортсмена (ИППС) как поэтапную систему, включающую:

- 1) формирование профиля спортсмена,
- 2) постановку цели и задач,
- 3) составление календарного плана соревнований,

- 4) структурирование годовичного макроцикла,
- 5) определение контрольных мероприятий и целевых показателей,
- 6) планирование тренировочных, восстановительных и организационных мероприятий.

Каждый этап должен основываться на объективных данных и быть реализован с использованием цифровой базы данных МПС, включающей библиотеки параметров, реестры циклов подготовки и алгоритмы расчёта.

Особое внимание следует уделять:

- взаимосвязи между функциональными возможностями спортсмена и целями подготовки;
- обоснованному выбору контрольных показателей с чёткой привязкой к этапам макроцикла;
- стандартизации тестирования и расчёту параметров СФП на основе CRP и других метрик.

Такой подход обеспечивает целенаправленность, управляемость и научную обоснованность тренировочного процесса, а также позволяет оперативно адаптировать ИППС под текущие задачи и состояние спортсмена.

3.3.3. Методы сбора, обработки и анализа данных мониторинга спортивной подготовки

Сбор данных, отражающих ход реализации ИППС, рекомендуется осуществлять двумя способами: частично автоматизированным способом и способом ручного ввода данных.

Алгоритм частично автоматизированного способа ввода данных в БД МПС основан на использовании доступных баз данных зарубежных интернет-сервисов отслеживания тренировочных нагрузок, применяемых спортсменами.

На первом этапе данного алгоритма спортсмен осуществляет запись и хранение первичных данных тренировки или соревнования на выбранном им интернет-сервисе с помощью специального мобильного оборудования – пульсометра и/или измерителя мощности педалирования и соответствующего программного обеспечения, например: POLAR, GARMIN, Wahoo и др. Далее с интернет-сервиса первичные данные по тренировке спортсмена в виде отдельного файла

переносятся с помощью промежуточного ПО или любого табличного редактора, входящего в стандартный пакет ПО компьютера (например, редактор MS Excel) в БД МПС, где они хранятся и обрабатываются в дальнейшем по разработанному алгоритму.

Процесс импорта файла с данными, их ввода в шаблон MS Excel и финальной обработки занимает всего около минуты на тренировку, что является оптимальным результатом. Шаблонная форма MS Excel содержит встроенные формулы для автоматической обработки данных пульса, защищённые от случайных изменений, что минимизирует ошибки расчётов.

Автоматизированная обработка данных в шаблоне MS Excel имеет при всей своей видимой архаичности несколько ключевых преимуществ.

Во-первых, мобильное спортивное оборудование (например, пульсометры) может разрядиться или отключиться во время тренировки, не записав данные. Технические сбои, вынужденные паузы также приводят к некорректным записям. Большинство интернет-сервисов не позволяют корректировать такие данные вручную, но разработанная форма позволяет очистить записи от искажений и восстановить пропущенные значения, создавая корректные пульсограммы.

Во-вторых, спортсмены, сменившие оборудование и аккаунты у разных производителей, могут потерять доступ к предыдущим данным, что создаёт разрыв в информации. Подключение к «интеграторам» типа Strava или TrainingPeaks может частично решить проблему, но эти сервисы имеют свои ограничения. Шаблонная форма MS Excel свободна от таких недостатков: она требует только доступа к файлу данных из аккаунта спортсмена для корректной работы.

Следует также отметить, что в БД МПС хранятся только основные ключевые параметры тренировочного процесса. Все производные параметры рассчитываются автоматически с помощью внутренних алгоритмов БД МПС и становятся доступны для анализа только на стадии формирования соответствующих отчётов. Это важное условие разработки методики МПС, которое позволяет: 1) значительно уменьшить объём хранимых данных, 2) гибко работать с первичными данными и оперативно обновлять итоговую информацию о тренировочном процессе в случае корректировки ключевых показателей, например, таких как HR 10 или вес спортсмена.

Разработанный в рамках НИР алгоритм уже сейчас обеспечивает перенос первичных данных с большинства популярных интернет-сервисов отслеживания тренировочных нагрузок в БД МПС.

Алгоритм частично автоматизированного ввода данных в БД МПС особенно актуален на экспертном уровне использования, который характерен для спортсменов высокого класса. Однако метод ручного ввода данных о тренировочном процессе в БД МПС также может быть эффективен с точки зрения информативности и достижения целей ИППС.

С этой целью в разработанной БД МПС рекомендуется форма для ручного ввода данных. Она предусматривает последовательный ввод данных по следующим разделам формы:

- общие данные мероприятия ПС или регистрации промежуточного целевого индикатора (сквозной номер микроцикла, локация, дата, время, температура воздуха, влажность, комментарий);
- характер мероприятия ПС (тип мероприятия: тренировка, соревнование, тест, теоретическое занятие и др.; тип упражнения, средство подготовки);
- параметры тренировочной нагрузки;
- спектр метаболического обеспечения (время выполнения физической работы в 17 метаболических режимах);
- спектр высотности (время работы в установленных диапазонах высоты над уровнем моря);
- участие в соревнованиях (место, отметка об участии в индивидуальной гонке);
- самочувствие;
- целевые индикаторы развития СФП;
- целевые показатели развития ОФП.

Ручной ввод данных в БД МПС реализован в двух форматах. Первый – это универсальная форма, предназначенная для ввода любых данных: мероприятий спортивной подготовки, наблюдений за самочувствием и промежуточных целевых индикаторов. В этом случае данные вносятся ежедневно (включая дни отдыха) по принципу «вноси только те данные, которые знаешь».

Второй формат включает работу с пятью отдельными формами:

- 1) результаты выполнения мероприятия ПС (заполняется ежедневно по мере выполнения мероприятий ПС – практических, теоретических, восстановительных и иных; дни отдыха также указываются в форме);
- 2) результаты участия в спортивных соревнованиях (заполняется в дни участия в спортивных соревнованиях);
- 3) результаты наблюдения за параметрами ежедневного самочувствия (заполняется ежедневно);

4) результаты контрольного тестирования (заполняется в дни тестирования СФП и ОФП);

5) результаты углублённого медицинского обследования (заполняется в дни УМО).

Значимость и преимущества ручного ввода данных в БД МПС заключаются в следующем:

- метод ручного ввода прост в использовании, поэтому подходит для спортсменов на всех этапах подготовки – от начального до высшего уровня, и для всех уровней планирования спортивных мероприятий – базового, расширенного или экспертного;

- универсальность метода позволяет вводить данные тренировочного процесса из любых источников – от секундомеров и «умных часов» до велокомпьютеров и мониторов различных моделей;

- ручной ввод данных способствует развитию у спортсмена профессиональных интеллектуальных навыков, связанных с теорией и методикой спортивной тренировки, а также углублённому пониманию особенностей формирования спортивной формы;

- ежедневная работа с БД МПС при ручном вводе данных помогает развивать самодисциплину и формирует ответственное отношение к своему здоровью и тренировочному процессу.

Таким образом, ручной ввод данных может выполнять функции спортивного дневника и в некоторых случаях быть даже предпочтительнее частично автоматизированного ввода, особенно при индивидуальном использовании БД МПС.

Обработка данных выполняется с применением стандартных методов математического и статистического анализа с использованием формул, описанных в данном разделе. Результаты обработки данных визуализируются на экране компьютера или выводятся в виде бумажного отчёта. Информация представляется как в числовом (табличном), так и в графическом формате.

Отчёты по мониторингу спортивной подготовки предоставляют сравнительную оценку достигнутых результатов в отношении заданных ИППС показателей по каждому конкретному критерию и ключевому фактору, с указанием степени критичности отклонений.

Главным итогом реализации ИППС является достижение поставленной цели, поэтому центральным элементом отчётов МПС будет отчёт «Достижение цели и решение задач ИППС» за конкретный спортивный сезон. Фактические значения целевых параметров ИППС автоматически обновляются в соответствующем отчёте по мере участия

спортсмена в соревнованиях и появления результатов в базе данных ЕИСП «Велоспорт России». Параметры выполнения задач обновляются автоматически по мере ввода данных тестирования (ТО или ЭКО программы НМО) или после проведения УМО. Достижение цели и выполнение задач в отчёте представлены в числовом формате и с помощью цветовой индикации.

Остальные отчёты по мониторингу реализации ИППС являются дополнительными и служат инструментами для анализа и контроля на более высоком уровне управления. Они помогают лицу, ответственному за проектирование и реализацию ИППС, эффективно отслеживать и корректировать процесс выполнения мероприятий программы.

Представленные формы отчётов являются базовыми. На их основе пользователь может, по своему усмотрению, выбирать различные параметры мероприятий спортивной подготовки, комбинировать их по признакам и временным периодам (циклами подготовки) и создавать другие отчёты для проведения более детального анализа реализации ИППС.

▲ Научно обоснованная рекомендация. Для обеспечения достоверного и непрерывного мониторинга рекомендуется использовать комбинированный подход к сбору данных:

- **частично автоматизированный** (с импортом файлов тренировок с интернет-сервисов типа Strava, Garmin, Polar и последующей обработкой в БД МПС через шаблоны Excel);
- **ручной** (с ежедневным вводом данных по тренировкам, самочувствию, контрольным тестам, УМО и результатам соревнований в формате универсальных и специализированных форм).

Применение шаблонов с формульной обработкой данных повышает точность и позволяет устранить искажения, связанные с техническими сбоями оборудования.

Ручной ввод, в свою очередь, способствует формированию осознанности у спортсмена, обеспечивает полноту данных и универсален для всех этапов подготовки.

Обработка информации осуществляется средствами математического и статистического анализа, результаты визуализируются в числовом и графическом формате.

Ключевым отчетом системы МПС является «Достижение цели и выполнение задач ИППС», формируемый автоматически на основе данных ЕИСП, тестирования и УМО.

Такой подход обеспечивает:

- надежное хранение и анализ данных,
- оперативную обратную связь,
- высокую степень индивидуализации контроля и создает условия для адаптивного управления тренировочным процессом.

3.3.4. Заключение по разделу 3.3

В завершение отметим, что предложенные научно обоснованные рекомендации представляют собой комплексный подход к разработке современной системы спортивной подготовки в велосипедном спорте, объединяющий классические теоретические принципы и накопленный передовой практический опыт. Этот подход направлен на создание гибкой и многослойной системы управления, обеспечивающей всестороннюю подготовку российских спортсменов высокой квалификации в велосипедном спорте на длительные дистанции.

Рекомендации учитывают специфику современной системы тренировки, ориентированной на системное развитие ключевых функциональных возможностей российских спортсменов, необходимых для достижения высоких результатов на профессиональном уровне. Научно обоснованные принципы циклической структуры тренировочного процесса позволяют учитывать индивидуальные потребности и возможности каждого спортсмена, а также изменяющиеся требования соревновательной практики. Гибкость рекомендаций обеспечивает возможность адаптации методики подготовки в зависимости от уровня подготовленности спортсмена, особенностей сезона, а также характера спортивных целей и задач.

Одним из главных элементов предложенной системы подготовки для российских спортсменов является внедрение в практику велоспорта мониторинга, который обеспечивает объективную оценку состояния спортсмена, контроль ключевых параметров тренировочной нагрузки и управление всем процессом подготовки спортсменов. В данной работе впервые предлагается использовать понятие «мониторинг спортивной подготовки» как автоматизированную информационную систему управления целенаправленной подготовкой спортсменов. Принципиальную основу мониторинга составляет проектирование и реализация индивидуальной программы подготовки спортсмена для достижения наилучших результатов. Внедрение мониторинга,

в качестве АСУ целенаправленной подготовки спортсменов позволяет автоматизировать и оптимизировать процессы, предотвращать ошибки и повышать качество совместной работы тренера и спортсмена. Мониторинг действует как надсистема, контролируя деятельность тренера, направленную на управление подготовленностью спортсмена и улучшая результативность целенаправленных процессов. Важно отметить, что мониторинг фокусируется на динамике изменений, а не на статичном состоянии системы.

Упор на индивидуализацию подготовки способствует целенаправленному развитию каждого спортсмена, учитывая его физиологические и психологические особенности, а также динамику спортивной формы.

Внедрение этих рекомендаций и принципов в практику позволит совершенствовать тренировочный процесс российских велосипедистов высокого класса, обеспечивая рациональное планирование, реализацию и контроль спортивной подготовки. Предложенная система структурно выверенного и целенаправленного подхода направлена на оптимальное раскрытие потенциала занимающихся. Таким образом, данные рекомендации открывают новые перспективы в формировании эффективной системы спортивной подготовки, способствующей повышению конкурентоспособности и дальнейшему росту спортивного мастерства велосипедистов высокого класса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы в подготовке спортсменов высокого класса, специализирующихся на длительных локомоциях в велоспорте, заметно укрепились тенденции к использованию мониторинга различных аспектов тренировочного процесса. Это необходимо для поддержания баланса между тренировками и восстановлением в рамках реализуемого плана подготовки. Мониторинг охватывает восстановительные мероприятия, самоконтроль состояния здоровья и основных функциональных систем организма, а также ключевые параметры, которые определяют эффективность передвижения на велосипеде. При этом учитываются закономерности планирования тренировок и морфологические изменения в организме, вызванные физическими нагрузками.

Основные факторы, влияющие на рост спортивных результатов спортсменов следующие:

- технический фактор – улучшение характеристик инвентаря, экипировки и оборудования;
- функциональный фактор – повышение уровня физической подготовленности спортсмена.

Влияние технического фактора можно оценить с помощью сравнительных тестов, в которых проверяются велосипеды разных моделей и гоночная экипировка, соответствующие своему времени.

Функциональный фактор объединяет:

- использование результативных методов повышения специальной работоспособности спортсменов;
- применение эффективных методов восстановления, включая спортивное питание;
- улучшение планирования и организации тренировочного процесса и иных мероприятий спортивной подготовки;
- совершенствование методов и подходов анализа данных о подготовленности спортсменов и мониторинга выполнения программ подготовки;
- внедрение чётко структурированной системы управления развитием функциональной подготовленности.

Проведённые аналитические исследования позволили выделить следующие ключевые параметры внешней и внутренней сторон физической нагрузки, преимущественно определяющие прирост спортивных результатов в длительных локомоциях велосипедного спорта (суммарные значения за год и по отдельным периодам подготовки):

– внешняя сторона физической нагрузки: 1) преодолеваемая дистанция (расстояние); 2) время, затраченное на преодоление дистанции; 3) сумма положительных перепадов высот на дистанции;

– внутренняя сторона физической нагрузки: 1) частота сердечных сокращений во время выполнения тренирующей работы; 2) мощность и ёмкость метаболических систем энергообеспечения аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера.

Для получения точных результатов мониторинга необходимо использовать методы, гарантирующие минимальные погрешности измерений параметров – не более 0,1 %.

Термин «мониторинг» получил широкое распространение среди научных работников в начале 70-х годов прошлого века. В отличие от контроля, который подразумевал пассивное наблюдение и сбор информации, мониторинг предполагает активное воздействие на процессы с целью их управления. Сегодня мониторинг стал широко распространённым и востребованным в самых разных сферах человеческой деятельности. Его основное назначение заключается в систематическом сборе, обработке и хранении данных, а также динамическом наблюдении за состоянием объектов или процессов для последующего анализа, оценки, прогноза и управления.

Мониторинг представляет собой управляющую систему, выполняющую роль надсистемы по отношению к системе управления, которая является её подсистемой. Таким образом, мониторинг – это система более высокого порядка по сравнению с обычным управлением процессами или, иными словами, «управление управлением». При адекватной организации он является надёжным инструментом для получения достоверной информации и обеспечения объективного управления различными процессами в самых разных сферах человеческой деятельности.

В данной работе впервые предлагается обоснованное использование термина «мониторинг» в контексте спортивной подготовки. Под мониторингом спортивной подготовки понимается автоматизированная система управления целенаправленной подготовкой спортсменов с целью достижения ими максимально возможных для них спортивных результатов. Эта система включает комплекс организационных, технических, технологических, коммуникационных и информационно-аналитических решений, а также мероприятий, основанных на системном подходе, обеспечивающих точное и эффективное выполнение индивидуальных программ спортивной подготовки.

На основе проведённых практико-ориентированных исследований с участием высококвалифицированных велосипедистов, а также анализа данных о подготовке ведущих зарубежных и отечественных спортсменов была создана единая база данных тренировок, соревнований и иных спортивных мероприятий, которая насчитывает более 40 тысяч записей. На основе этой базы разработана методика мониторинга как внешних, так и внутренних факторов тренировочных нагрузок, восстановительных мероприятий и других аспектов организации тренировочного процесса – методика мониторинга спортивной подготовки велосипедистов-шоссейников. Для достижения целей мониторинга разработан алгоритм, включающий десять ключевых операций. Основные и производные параметры мониторинга были отобраны на основании измерений педагогических, физиологических, биомеханических и биохимических данных с учётом биологических закономерностей роста спортивного мастерства велосипедистов, что свидетельствует о междисциплинарном подходе в данном исследовании.

Методика мониторинга подготовки спортсменов реализована как проектное решение в формате системы управления базами данных MS Access. Функциональность работы методики мониторинга ПС была апробирована в практической работе совместно с тренерами и спортсменами высокой квалификации из ведущих спортивных школ и центров по велосипедному спорту Российской Федерации (Санкт-Петербург, Москва, Московская область, Республика Адыгея, Иркутская область, Омская область). Результаты апробации показали высокую надёжность и информативную ценность методики мониторинга ПС с позиции повышения качества управления спортивной подготовленностью спортсменов.

К ключевым факторам, определяющим эффективность организации тренировочного процесса спортсменов высокого класса в ходе мониторинга процесса ПС, следует отнести следующее:

- наличие научно обоснованной модели роста в результате освоения тренировочных нагрузок ключевых параметров функциональных систем, обеспечивающих успешную соревновательную деятельность в длительных локомоциях велосипедного спорта;
- наличие реальной индивидуальной программы спортивной подготовки, разработанной на основе применения принципов системного подхода с учётом пола, возраста, текущего уровня развития обеспечивающих функциональных систем организма спортсмена и показателей его здоровья, а также модельных параметров динамики

роста ключевых параметров функциональных систем, обеспечивающих успешную соревновательную деятельность в длительных локомоциях велосипедного спорта;

- регулярное, в заданные индивидуальной программой спортивной подготовки сроки, проведение этапного комплексного обследования с целевой установкой на определение ключевых параметров функциональных систем, обеспечивающих успешную соревновательную деятельность в длительных локомоциях велосипедного спорта;

- осознанное понимание спортсменом и тренером необходимости применения современных интернет-технологий, средств и методов для максимально полного достижения цели тренировочного процесса и реализации индивидуальной программы спортивной подготовки;

- осознанное понимание спортсменом тренировочного процесса как целенаправленного процесса функционирования системы «спортсмен»;

- наличие у спортсмена и тренера достаточного уровня профессиональной теоретической подготовленности с обязательным регулярным прохождением образовательных курсов по современным проблемам спортивной подготовки в велоспорте;

- наличие у спортсмена современных моделей мобильного спортивного оборудования для велоспорта и личного аккаунта в соответствующем интернет-ресурсе;

- наличие у спортсмена и тренера достаточной мотивации для работы с индивидуальной программой спортивной подготовки (сбор данных, обработка, анализ) в ежедневном режиме;

- оптимальное выстраивание режима дня спортсмена и тренера для выделения среди прочего времени на аналитическую работу с целью эффективной реализации индивидуальной программы спортивной подготовки;

- высокая степень приближения внешних условий проведения тренировочного процесса к условиям проведения соревнований и, главным образом, эти условия имеют сегодня отношение к параметрам дистанции – длина, трудность дистанции в виде градиента и нахождение дистанции на высоте, соответствующей режиму среднегорья;

- соответствие параметров ресурсного обеспечения цели и задачам, поставленным в индивидуальной программе спортивной подготовки.

Указанные выше ключевые факторы, определяющие в современных условиях эффективность организации тренировочного процесса,

должны реализовываться на практике при условии соблюдения следующих принципов и положений:

- точность формулирования цели тренировочного процесса, с одной стороны, содержит элемент неопределённости, с другой стороны, – определяет правильность выводов и принимаемых решений;
- точность достижения цели должна быть поставлена в зависимость от готовности спортсмена в целом и его функциональных систем в частности, а также функциональной и ресурсной эффективности;
- успех в достижении цели в значительной степени зависит от компетентности и опыта управляющей тренировочным процессом системы – тренера;
- степень достижения цели тренировочного процесса определяет эффективность решения поставленных задач и компетенцию участников.

В результате проведённых исследований была определена совокупность ключевых параметров тренировочного процесса и их связь с текущим уровнем спортивных результатов в длительных локомоциях велосипедного спорта. При этом было выделено три группы параметров:

- 1) параметры функциональных возможностей спортсмена;
- 2) параметры текущего спортивного результата;
- 3) параметры тренировочных нагрузок, осваиваемых спортсменом.

Параметры функциональных возможностей спортсмена наиболее корректным образом определяются в ходе прохождения спортсменами этапного комплексного обследования с использованием велоэргометра Wattbike (или подобного ему) в тестах «20 minute FTP test» и/или «5k Distance Challenge». Ключевые параметры оценки функциональных возможностей были выбраны, исходя из уровня их корреляции со спортивным результатом. В итоге было выделено следующие три параметра, получаемые в тестировании:

- 1) абсолютная средняя мощность педалирования;
- 2) абсолютная средняя скорость поглощения кислорода;
- 3) абсолютная средняя скорость вентиляции вдыхаемого воздуха.

Каждый из этих параметров в обоих тестах – «20 minute FTP test» и/или «5k Distance Challenge» – имеет схожую и высокую степень связи со спортивным результатом и демонстрирует высокую корреляцию между собой, что делает эти тесты фактически взаимозаменяемыми. В реальном тренировочном процессе это позволяет оценивать динамику функциональных возможностей спортсмена, как на основе совокупности

всех перечисленных параметров, так и через использование любого из них в зависимости от доступного оборудования (например, газоанализаторов) для проведения тестирования.

Впервые разработан и предложен для практического использования метод и математическое обеспечение расчёта параметра, характеризующего уровень спортивного результата (специальной подготовленности) в велосипедном спорте – параметр «индекс CRP», фундаментальную основу которого составляют факторы физиологической и биохимической напряжённости и количества работы функциональных систем организма спортсмена. Индекс CRP представляет собой агрегированный показатель, рассчитываемый на основе длины дистанции, суммы положительных перепадов высот на ней и времени её преодоления с учётом пола спортсмена.

Установлены корреляционные связи между различными параметрами тренировочной работы, уровнем функциональных возможностей спортсменов с параметром «индекс CRP».

В качестве ключевых параметров тренировочных нагрузок были выделены:

- суммарное за сезон время преодоления дистанции в СПУ;
- средняя за сезон скорость передвижения в СПУ;
- средний за сезон градиент дистанции в СПУ.

Разработана уникальная математическая модель, которая связывает ключевые параметры тренировочных нагрузок со спортивным результатом, что позволяет прогнозировать соревновательные значения индекса CRP в годичном макроцикле подготовки для конкретного спортсмена. Эта модель может эффективно использоваться для планирования тренировочных нагрузок на протяжении всего макроцикла, а также для прогнозирования уровня спортивной подготовленности велосипедистов, соответствующего этим нагрузкам. Практическая реализация данной модели воплощена в программу для ЭВМ, на которую получено свидетельство о государственной регистрации № 2024686432.

Ключевыми параметрами структуры и содержания современной системы подготовки высококвалифицированных велосипедистов в длительных локомоциях являются следующие элементы и их взаимосвязи (не в порядке их приоритетности):

- физическая подготовка;
- техническая подготовка;
- тактическая подготовка;

- психологическая подготовка;
- питание и восстановление;
- медицинский контроль.
- соревновательная подготовка;
- тренировочные программы;
- профессиональная образовательная подготовка (соответствующая этапу многолетней спортивной подготовки);
- научно-методическое, информационное и аналитическое обеспечение;
- предрасположенность функциональных систем организма спортсмена к длительным локомоциям велосипедного спорта;
- организационное, материально-техническое, финансовое и иное ресурсное обеспечение;
- внешняя социально-экономическая среда;
- мониторинг спортивной подготовки.

Результаты выполненной НИР легли в основу научно обоснованных рекомендаций по формированию структуры и содержания современной системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта.

Задачи, поставленные в техническом задании НИР, выполнены с применением общепринятых научных методов поиска, сбора, обработки и анализа информации. Вся использованная информация была получена из открытых источников, а также путём прямого сбора данных о тренировочном процессе спортсменов с соблюдением требований по безопасности персональных данных.

Для достижения полноты решения поставленных задач были предприняты следующие меры: 1) использование междисциплинарных методов исследования, включая биохимический анализ крови, анализ дыхательных параметров и газообмена (потребление кислорода и выделение углекислого газа), а также оценку физических параметров при нагрузочных тестах; 2) создание базы данных параметров тренировочного процесса, включающей, в том числе, параметры окружающей среды, результаты спортивных соревнований, данные научно-методического обеспечения, а также индивидуальные показатели самоконтроля здоровья и самочувствия спортсменов; 3) разработка моделей, отражающих развитие функциональных систем организма, способствующих повышению уровня подготовленности велосипедиста в долгосрочной перспективе. Статистическая обработка данных была выполнена с использованием программной среды StatPlus.

Разработанные в рамках работы методики и подходы к программированию тренировочного процесса и управлению ростом уровня специальной физической подготовленности спортсменов рекомендованы для внедрения в практическую деятельность тренеров сборных команд по велосипедному спорту. Их использование, основанное на системном подходе к исследованию спортивной подготовки, позволит значительно улучшить существующую практику подготовки спортсменов высокой квалификации, в том числе:

- модернизировать проектирование индивидуальных программ подготовки для велосипедистов высокого уровня в длительных локомоциях, опираясь на цифровое моделирование ключевых параметров тренировочных нагрузок и их текущей подготовленности;
- сделать индивидуальные программы подготовки более объективными и содержательными, соответствующими требованиям ФССП по велосипедному спорту и одновременно современным тенденциям отбора талантливых спортсменов;
- частично автоматизировать оперативное и тактическое корректирование ключевых параметров тренировочного процесса для обеспечения траектории максимального роста уровня специальной подготовленности;
- существенно упростить процесс составления и корректировки годовых, текущих и оперативных планов подготовки спортсменов;
- систематизировать структуру и содержание мероприятий по научно-методическому сопровождению тренировочного процесса велосипедистов высокого класса.

Важным результатом является также вывод о том, что ежедневная деятельность спортсменов, тренеров и других специалистов по мониторингу спортивной подготовки способствует повышению их профессионального уровня в области научно-методических знаний о спортивной подготовке, а также развитию практических навыков эффективного управления ростом специальной подготовленности спортсменов.

Подготовленные научно обоснованные рекомендации следует использовать для совершенствования системы многолетней подготовки спортсменов в России по велосипедному спорту, а также для разработки образовательных программ для тренеров и других специалистов в данной области.

Исследование показало, что внедрение программ мониторинга спортивной подготовки в практику тренеров требует повышения уровня их знаний в области теории систем и управления. Рекомендуется

дополнить образовательные программы для тренеров в учреждениях профессионального образования такими дисциплинами, как «Основы общей теории систем» и «Исследование систем управления».

Участники НИР подчёркивают целесообразность разработки на базе разработанной методики мониторинга подготовки спортсменов-велосипедистов полномасштабного программного обеспечения «Автоматизированная информационная система управления целенаправленной подготовкой велосипедистов высокого класса» (рабочее название – АИС «Astra – GTV») и его мобильной версии для отечественных смартфонов и планшетов, с размещением данных о многолетней спортивной подготовке российских спортсменов в хранилищах, расположенных на территории нашей страны. Это не только устраним существующий цифровой разрыв в научно-методическом сопровождении подготовки спортсменов высокого уровня, но и создаст условия для опережающего развития в этой области благодаря технологическому и программному импортозамещению.

Внедрение программного обеспечения для мониторинга подготовки спортсменов в работу физкультурно-спортивных организаций, которые занимаются подготовкой спортсменов высокого класса по велосипедному спорту, позволит оптимизировать затраты на отбор талантливых спортсменов и дальнейшее сопровождение их тренировочного процесса.

Кроме того, разработанная методика мониторинга спортивной подготовки в велосипедном спорте может стать драйвером для проектирования и производства отечественного мобильного спортивного оборудования – устройств для измерения пройденной дистанции, внешних и внутренних параметров тренировочной нагрузки, а также релевантных показателей окружающей среды.

Список использованных источников

- 1 Матвеев Л.П. Проблема периодизации спортивной тренировки. – Москва: Физкультура и спорт, 1965. – 244 с.
- 2 Матвеев Л.П. Основы спортивной тренировки. – М.: Физическая культура и спорт, 1977. – С. 20.
- 3 Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – С. 442.
- 4 Современная система спортивной подготовки. – Москва: Издательство «СААМ», 1995. – С. 9.
- 5 Матвеев Л.П. Общая теория спорта. – М.: 4-й филиал Воениздата, 1997. – С. 19.
- 6 Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.
- 7 Солопов И.Н., Шамардин А.И. Функциональная подготовка спортсменов. – Волгоград: ВГАФК, 2003. – 263 с.
- 8 Словарь спортивных терминов. – Ульяновск: УВАУ ГА(и), 2008. – С. 17.
- 9 Васильков А.А. Теория и методика спорта. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – С. 9.
- 10 Фискалов В.Д. Теоретические основы и организация подготовки спортсменов. – Волгоград: ФГОУВПО «ВГАФК», 2010. – 278 с.
- 11 Фискалов В.Д., Черкашин В.П. Теоретико-методические аспекты практики спорта. – М.: Спорт, 2016. – 350 с.
- 12 Матвеев Л.П. Общая теория спорта и её прикладные аспекты. – М.: Спорт, 2019. – 342 с.
- 13 Ларина О.В. Теоретико-методические основы спортивной деятельности. – Саратов: Издательство Саратовского университета, 2019. – 52 с.
- 14 Теория спорта: основы системы подготовки спортсмена. – М.: КНОРУС, 2023. – 176 с.
- 15 Энгельс Ф. «Анти-Дюринг» (Переворот в науке, произведенный г. Евгением Дюрингом). – М.: Государственное издательство, 1928. – С. 341.
- 16 Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_73038/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/ (дата обращения: 23.06.2024).
- 17 Волков Н.И., Олейников В.И. Биоэнергетика спорта. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.

- 18 Интернет-ресурс Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/tse1-0914be> (дата обращения: 23.06.2024).
- 19 Doran G.T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives // Management Review : журн. – 1981. – Vol. 70, no. 11. – P. 35–36.
- 20 Мухин В.И. Исследование систем управления. Анализ и синтез систем управления. – М.: Экзамен, 2006. – 477 с.
- 21 Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27.04.2023 № 362н «Об утверждении профессионального стандарта «тренер». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_448465/ (дата обращения: 23.06.2024).
- 22 Латинско-русский / русско-латинский словарь. – URL: <https://latium.ru> (дата обращения: 23.06.2024).
- 23 Экологический словарь. – Липецк : Липец. эколог.-гуманитар. ин-т, 2001. – 125 с.
- 24 Краткий психологический словарь. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1998. – 512 с.
- 25 Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 839 с.
- 26 Словарь русского языка. – М.: Рус. яз.; Полиграфресурсы, 1999. – Т. 4. – С. 292.
- 27 Ларин А.А. Теоретические основы управления. Ч.1: Процессы, системы и средства управления. – М.: РВСН, 1998. – 321 с.
- 28 Малин А.С. Исследование систем управления. – М.: Издат. дом ГУ ВШЭ, 2004. – 397 с.
- 29 Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 176 с.
- 30 Курс лекций по спортивной метрологии. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 92 с.
- 31 Панова О.С. Модернизация региональных систем подготовки российских легкоатлетов. – М.: Акад. естествознания, 2014. – 167 с.
- 32 Приказ Министерства спорта Российской Федерации от 30.11.2022 № 1099 «Об утверждении федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «велосипедный спорт». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212200018?ysclid=llgm57s5a41106380> (дата обращения: 13.08.2024).
- 33 Ердаков С.В., Капитонов В.А., Михайлов В.В. Тренировка велосипедистов-шоссейников. – М.: Физкультура и спорт, 1990. – 175 с.
- 34 Полищук Д.А. Велосипедный спорт. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 343 с.

35 Велосипедный спорт (гонки на шоссе): Примерная программа спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва и школ высшего спортивного мастерства. – М.: Советский спорт, 2005. – 160 с.

36 CYCLINGNEWS THE WORLD CENTRE OF CYCLING. Less racing has made Tadej Pogačar 'more eager for success' for Giro d'Italia debut. Интернет-ресурс. – URL: <https://www.cyclingnews.com/news/less-racing-has-made-tadej-pogacar-more-eager-for-success-at-giro-ditalia/> (дата обращения: 02.05.2024).

37 CYCLINGNEWS THE WORLD CENTRE OF CYCLING. Tadej Pogačar withdraws from Paris 2024 Olympics after winning Tour de France. Интернет-ресурс. – URL: <https://www.cyclingnews.com/news/tadej-pogacar-withdraws-from-paris-2024-olympics-after-winning-tour-de-france/> (дата обращения: 22.07.2024).

38 Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем. – М.: АСТ, 2006. – 504 с.

39 Мошинская А. Энергия и информация – главные категории создания и развития мира и сложных систем. The scientific heritage № 77 Philosophical sciences, (2021). – С. 47–51.

40 Бриллюэн Л. Наука и теория информации. – М.: Физматгиз, 1960. – 392 с.

41 Пятецкий-Шапиро Г.И. Data Mining и перегрузка информацией // Вступительная статья к книге: Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – С. 3.

42 Мониторинг спортивной подготовки в велосипедном спорте. Часть I. Методика мониторинга развития общей физической подготовленности спортсменов в велосипедном спорте / А.В. Кубеев, В.Л. Алякритский, А.В. Лукин и др. // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 3. – С. 70–76.

43 CROSS-COUNTRY DOCUMENTS. FIS Points Rules Cross-Country Marked Up 2023/24. – URL: <https://www.fis-ski.com/en/inside-fis/document-library/cross-country-documents> (дата обращения: 23.03.2024).

44 SWIMMING POINTS. – URL: <https://www.worldaquatics.com/swimming/points> (дата обращения: 23.03.2024).

45 Исследование структуры и содержания системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях

велосипедного спорта: отчёт о НИОКТР / ФГБУ ФНЦ ВНИИФК; рук. А.В. Кубеев; исполн.: Е.Д. Горбунов, А.А. Оганесян, Е.А. Савенкова и др. – М., 2023. – 247 с. – № ИКРБС 223122800009-1.

46 Фарфель В.С. Сводная характеристика относительных мощностей работы. Курс физиологии человека. – М.: Физкультура и спорт, 1941. – 367 с.

47 Разработка научно обоснованных предложений по совершенствованию норм и требований Единой всероссийской спортивной классификации, а также условий их выполнения по группам видов спорта, отличающимся по особенностям соревновательной деятельности: отчёт о НИОКТР / ФГБУ ФНЦ ВНИИФК; рук. А.В. Кубеев; исполн.: А.А. Оганесян, А.В. Евтух, М.С. Мочалова и др. – М., 2019. – 344 с. – № ИКРБС АААА-Б20-220070790078-0.

48 Единая информационная спортивная платформа Федерации велосипедного спорта России «Велоспорт России» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus.bike/russia/road/> (дата обращения: 25.08.2024).

49 Сравнительная оценка основных параметров гоночных дистанций крупнейших международных и всероссийских соревнований в современном шоссейном велоспорте / А.В. Кубеев, А.А. Оганесян, Е.А. Савенкова, В.А. Матина // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 9. – С. 6–8.

50 Sayer A. What Is VAM Cycling – And Can It Help Your Climbing? – URL: <https://biketips.com/what-is-vam-cycling/> (дата обращения: 23.03.2023).

51 Proccyclingstats. PCS Ranking, Individual [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.proccyclingstats.com/rankings.php> (дата обращения: 25.03.2023).

52 Chaddock RE. Principles and methods of statistics. – Boston, New York, [etc.]. – 1925. – 471 p.

53 Мониторинг спортивной подготовки в велосипедном спорте. Часть III. Обоснование выбора ключевых параметров при тестировании специальной физической подготовленности спортсменов, специализирующихся в длительных локомоциях велосипедного спорта / А.В. Кубеев, Е.Д. Горбунов, Е.А. Савенкова и др. // Вестник спортивной науки. – 2024. – № 3. – С.9–17.

54 Смирнов М.Р. Биоэнергетика спорта. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 2004. – 304 с.

55 Friel, J. (2018), The cyclist's training bible: the world's most comprehensive training guide. 5th Edition. – 675 p. – URL: <https://zlib.pub/book/the-cyclists-training-bible-the-worlds-most-comprehensive-training-guide-5c88gqeugd00> (дата обращения: 19.07.2023).

56 Hunter Allen, Andrew R.Coggan, Stephen McGregor. Training and Racing with a Power Meter. – 3th Edition. – 2019. – 384 p. – URL: <https://zlib.pub/book/training-and-racing-with-a-power-meter-2onc4nif48eg> (дата обращения: 19.07.2024).

57 Hamilton Lee, David T. Martin, Judith M. Anson, Damian Grundy, Allan G. Hahn. Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12477010/> (дата обращения: 19.08.2024).

58 Erik W. Faria, Daryl L. Parker, Irvin E. Faria. The science of cycling: physiology and training - part 1.– URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12477010/> (дата обращения: 19.08.2024).

59 Wattbike. Test information. [Электронный ресурс]. – URL: <https://support.wattbike.com/hc/en-gb/sections/360005498479-Tests> (дата обращения: 19.07.2023).

60 Исследование структуры и содержания системы спортивной подготовки спортсменов высокой квалификации в длительных локомоциях велосипедного спорта: отчёт о НИОКТР / ФГБУ ФНЦ ВНИИФК; рук. А.В. Кубеев; исполн.: Е.Д. Горбунов, А.А. Оганесян, Е.А. Савенкова и др. – М., 2022. – 235 с. – № ИКРБС 223013100268–0.

61 Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. / Christopher M. Jones, Peter C. Griffiths, Stephen D. Mellalieu. – 2017. – May; 47(5). – URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5394138/pdf/40279_2016_Article_619.pdf (дата обращения: 19.07.2024).

62 Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. J Sports Sci. 2005; 23(6): 583–92. – URL: https://www.researchgate.net/publication/7570075_Physiological_assessment_of_aerobic_training_in_soccer (дата обращения: 19.07.2024).

63 PINOT, J. GRAPPE, F. A six-year monitoring case study of a top-10 cycling Grand Tour finisher. / J Sports Sci. – 2015. – 33, 907–14. – URL: <https://https://www.sci-hub.ru/10.1080/02640414.2014.969296?ysclid=m1019389n1835007740> (дата обращения: 23.07.2024).

64 Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L (2003) Science and cycling: current knowledge and future directions for research. J Sports Sci 21:767–787, DOI: 10.1080/0264041031000102097.

65 Faria E.W, Parker D.L, Faria I.E. The science of cycling: factors affecting performance – part 2. Sports Med. 2005;35(4):313–37.

66 Jeukendrup A.E, Martin J. Improving cycling performance: how should we spend our time and money. Sports Med. 2001;31(7):559–69.

67 Abbiss C.R., Peiffer J.J. & Laursen, P.B. (2009). Optimal cadence selection during cycling. *International Sports Medicine Journal*, 10, 1–15. Retrieved from Sabinet: http://reference.sabinet.co.za/sa_epublication_article/ismj_v10_n1_a1.

68 Winter EM, Knudson DV. Terms and nomenclature. *J Sports Sci*. 2011 Jul;29(10):999-1000.

69 Leirdal S. & Ettema G. (2011). The relationship between cadence, pedalling technique and gross efficiency in cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2885–2893.

70 Samozino P., Horvais N. & Hintzy F. (2006). Interactions between cadence and power output effects on mechanical efficiency during sub maximal cycling exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 97, 133–139.

71 Delp S.L, Loan J.P, Hoy M.G, Zajac F.E, Topp E.L, Rosen J.M (1990). An interactive graphics-based model of the lower extremity to study orthopaedic surgical procedures. *IEEE Trans Biomed Eng* 37:757–767.

72 Emanuele U., Denoth J. Power–cadence relationship in endurance cycling. // *Eur J Appl Physiol* – 2012.

73 Reed R., Scarf Ph., Jobson S.A. Determining optimal cadence for an individual road cyclist from field data // *European journal of sport science*. – 2016.

74 Грачёв П.С. Военная энциклопедия. – М.: Военное издательство, 2003. – Т. 7. – С. 502.

75 Maloney T. An Interview With Dr. Michele Ferrari, part one. – URL: <http://autobus.cyclingnews.com/riders/2003/interviews/?id=ferrari03> (дата обращения: 23.03.2023).

76 KarvOnen, J., Vuorimaa, T. Heart Rate and Exercise Intensity During [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3387734/> (дата обращения: 19.07.2023).

77 Seiler K.S., Kjerland G.-Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an «optimal» distribution. Published 1 February 2006, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2006: 16: 49–56.

78 Кубеев А.В. Оценка специальной работоспособности в длительных локомоциях (на примере лыжных гонок) : дис. ... канд. пед. наук. – Москва: ГЦОЛИФК, 1993. – 118 с.

79 Годик М.А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 193 с.

80 Верхошанский Ю.В. Физиологические основы и методические

принципы тренировки в беге на выносливость – М.: Советский спорт, 2014. – 80 с.

81 TrainingPeaks Help Center. Training Stress Scores (TSS) Explained. [Электронный ресурс] – URL: <https://help.trainingpeaks.com/hc/en-us/articles/204071944-Training-Stress-Scores-TSS-Explained> (дата обращения: 19.07.2023).

82 Banister E.W. Modeling Elite Athletic Performance. In: Macdougall J.D., Wenger H.A. & Green H.J. (eds.)//Physiological Testing of Elite Athletes. – Champaign, Illinois: Human Kinetics. – 1991. – 403–424.

83 Training Impulse. The Website For All Your Training Load Views, News & Reviews [Электронный ресурс] – URL: <https://www.trainingimpulse.com/banisters-trimp-0> (дата обращения: 19.07.2023).

84 Moxnes J.F., Hausken K.A. Mathematical Model for Training Impulse and Lactate Influx and Outflux during Exercise. – URL: https://www.researchgate.net/publication/243358794_a-Mathematical_Model_for_Training_Impulse_and_Lactate_Influx_and_Outflux_during_Exercise (дата обращения: 19.07.2023).

85 Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020621894 Российская Федерация. Единый календарный план межрегиональных, всероссийских и международных физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий : № 2020621538 : заявл. 04.09.2020 : опублик. 16.10.2020 / А.Г. Абалян, М.Е. Бурлаков, А.В. Кубеев, А.А. Оганесян ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК).

86 ГОСТ Р 7.0.64–2018 (ИСО 8601:2004) «Представление дат и времени. Общие требования» – URL: <https://www.ifap.ru/library/gost/70642018.pdf> (дата обращения: 13.08.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ А **Форма «Профиль спортсмена»**

Форма №1

1. ПРОФИЛЬ СПОРТСМЕНА

1.1 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УГЛУБЛЁННОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Дата прохождения УМО Наличие допуска к занятием велоспортом ☒

1.2 МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ

Параметр, значение		Параметр, значение	
Рост (см)	<input type="text" value="172"/>	Частота пульса, максимальная (уд/мин)	<input type="text" value="194"/>
Вес (кг)	<input type="text" value="68,2"/>	Частота пульса, макс. средн. 10 мин. (уд/м)	<input type="text" value="185"/>
Мышечная масса (кг)	<input type="text" value="39,2"/>	Частота пульса, стоя (уд/мин)	<input type="text" value="64"/>
Мышечная масса (%)	<input type="text" value="57,5"/>	Частота пульса, лежа (уд/мин)	<input type="text" value="54"/>
Жировая масса (кг)	<input type="text" value="8,3"/>	Ортостатическая проба (уд/мин)	<input type="text" value="10"/>
Жировая масса (%)	<input type="text" value="12,2"/>	Жизненная емкость легких (л)	<input type="text" value="4,50"/>

1.3 ПРОФИЛЬ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ (СПП)

1. Индивидуальная гонка на время		2. Тест FTP 20 минут	
Время (чч:мм:сс)	<input type="text" value="0:13:46"/>	Дистанция (км)	<input type="text" value="12,94"/>
Дистанция (км)	<input type="text" value="10,00"/>	Частота пульса (уд/мин)	<input type="text" value="186"/>
Набор высоты (м)	<input type="text" value="100"/>	Скорость потребления О2 (л/ми)	<input type="text" value="2,95"/>
Скорость (км/ч)	<input type="text" value="43,58"/>	Мощность (Вт)	<input type="text" value="230"/>
Индекс CRP (балл)	<input type="text" value="745"/>	FTP (Вт)	<input type="text" value="219"/>

1.4 ПРОФИЛЬ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ (ОФП) по ФССП

Упражнение	Результат	Уровень, балл
Бег 3000 м (чч:мм:сс)	<input type="text" value="0:11:46"/>	<input type="text" value="74"/>
Бег 400 м (чч:мм:сс I 0,0)	<input type="text" value="0:01:01"/> <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="33"/>
Бег 60 м (сек)	<input type="text" value="9,2"/>	<input type="text" value="36"/>
Подтягивание (раз)	<input type="text" value="14"/>	<input type="text" value="54"/>
Отжимание (раз)	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value="47"/>
Прыжок с места (см)	<input type="text" value="220"/>	<input type="text" value="86"/>
Прыжок десятерной (м)	<input type="text" value="21,5"/>	<input type="text" value="83"/>
Запрыгивание на тумбу (см)	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="74"/>
Подъем туловища в висе на голенях (раз)	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="61"/>
Приседания на одной ноге (сумма двух)	<input type="text" value="56"/>	<input type="text" value="54"/>
Итоговый уровень ОФП (балл)		<input type="text" value="603"/>

28/07/25
15:47:07

АСУ «АСТРА – GTV» 0.1

Рисунок А.1 – Лист формы «Профиль спортсмена»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б **Форма «Цель и задачи индивидуальной программы подготовки спортсмена на спортивный сезон»**

Форма № 2

2. ЦЕЛИ НА СПОРТИВНЫЙ СЕЗОН

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ НА СПОРТИВНЫЙ СЕЗОН

Описание цели	Исход место	Цель место	Вероятность достижения цели, %
Войти в ТОП-3 на Первенстве России 15-16 лет в индивидуальной гонке на время	24	3	75

ЗАДАЧИ

Задача	Исход	Задание	Прирост	Вероятность решения задачи, %
Повысить CRP в ИТТ	745	812	9%	75
Повысить FTP в тесте Wattbike	218	238	9%	70
Повысить мощность аэробного режима метаболического спектра энергообеспечения, VO2	2,87	3,07	7%	
Повысить легочную вентиляцию, VE (л/мин)	102,6	110,1	7%	

28/07/25

15:51:10

АСУ «АСТРА – GTV» 0.1

Рисунок Б.1 – Лист формы «Цель и задачи индивидуальной программы подготовки спортсмена на спортивный сезон»

ПРИЛОЖЕНИЕ В **Форма «Ключевые характеристики и параметры спортивной подготовки в годичном макроцикле ИППС»**

Форма № 4 (7-23)	
4. КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ В ГОДИЧНОМ МАКРОЦИКЛЕ	
ПО РАЗДЕЛАМ И ВИДАМ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ	
Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	
– общее время (ч)	72
Раздел 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	
2.1 СПЕЦИАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	
– градиент дистанции, средний за год (м/км)	4,5
– общее время выполнения СПУ (ч)	263
– скорость, средняя за год (км/ч)	15,91
– общая дистанция СПУ (км)	4 188
– общий набор высоты (км)	19
– скороподъемность, средняя за год (м/ч)	72
– индекс CRP, средний за год (пункт)	237
2.2 ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	
– общее время (ч)	300
2.3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	
– общее время (ч)	90
2.4 СПЕЦИАЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	
– общее время (ч)	24
2.5 ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	
– общее время (ч)	60
Раздел 3. САМОКОНТРОЛЬ, КОНТРОЛЬ, ТЕСТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ	
– общее время (ч)	100
Раздел 4. МЕДИЦИНСКИЕ ОСМОТРЫ (ОБСЛЕДОВАНИЯ), ВПК	
– общее время (ч)	18
Раздел 5. УЧАСТИЕ В СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЯХ	
– общее время (ч)	100
Раздел 6. СУДЕЙСКАЯ ПРАКТИКА	
– общее время (ч)	20
ОБЩЕЕ ВРЕМЯ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ЗА ГОД (ч)	563
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: x-small;"> 28/07/25 16:01:01 ретардант_2 Равномерно-периодическая, ВНИИФК_СР_11-16, волнообразн АСУ «АСТРА – GTV» 0.1 </div>	

Рисунок В.1 – Лист формы «Ключевые характеристики и параметры спортивной подготовки в годичном макроцикле ИППС»

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Форма «Структура и содержание специальной физической подготовки в годичном макроцикле (по этапам)»

Форма № 5 (СР 7-23)						
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ГОДИЧНОМ МАКРОЦИКЛЕ (по этапам)						
Период	ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ		СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ		ПВ	ИТОГ
Этап	ОП	СП	РС	ГС	ПВ	
Дата начала этапа	02/11/25	25/01/26	19/04/26	12/07/26	04/10/26	02/11/25
Дата окончания этапа	24/01/26	18/04/26	11/07/26	03/10/26	31/10/26	31/10/26
Специальная физическая подготовка						
Количество недель (микроциклов)	12	12	12	12	4	52
Градиент дистанции (средний) - G (м/км)	3,9	4,4	4,8	5,2	4,1	4,5
Время (общее) - t (час)	60,0	62,0	63,7	65,4	12,1	263
Скорость (средняя) - v (км/ч)	14,82	15,68	16,54	17,40	12,73	15,91
Индекс напряженности ФН - CRP (пункт)	196	221	244	266	126	237
Длина дистанции (общая) - s (км)	890	972	1 055	1 138	154	4 210
Набор высоты (общий) - h (км)	3,5	4,2	5,1	5,9	0,6	19
Осороподъемность - RoC (м/ч)	58	68	79	91	52	68
Время в неделю (среднее) - t/нед. (час)	5,0	5,2	5,3	5,4	3,0	5,1
Общая физическая подготовка						
Время (общее) - T (час)	74,8	72,8	71,0	69,4	12,0	300
28 июля 2025 г. редактор: 2 АСУ «АСТРА – GTV» 0.1						
16:04:41 Равномерно-периодическая, ВНИИРК_СР_11-16, волнообразная						

Рисунок Г.1 – Лист отчёта «Структура и содержание специальной физической подготовки в годичном макроцикле (по этапам)»

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

A	– работа, физический параметр
ATI	– величина тренирующего воздействия (the amount of the training impact, англ.)
Cd	– частота педалирования
CRP	– индекс рейтинга спортсмена в велосипедном спорте (Cycling Rating Points, англ.)
cv	– коэффициент вариации
FINA	– Международная федерация водных видов спорта
FIS	– Международная федерация лыжного спорта
FTP	– функциональная пороговая мощность
G	– градиент дистанции
GPS	– система геопозиционирования
GR	– укладка, расстояние, преодолеваемое на велосипеде за один оборот шатуна
HR	– частота сердечных сокращений
HRev	– пульсовая эффективность по скорости
s	– расстояние при выполнении тренировочной работы
La	– концентрация лактата в крови
n	– количество единичных элементов (записей) выборки
P	– мощность работы, физическая
O ₂	– кислород
P	– мощность педалирования
PCS	– информационный ресурс по велосипедному спорту (ProCyclingStat, англ.)
R	– коэффициент корреляции
R ²	– коэффициент аппроксимации
RoC	– скороподъёмность
RTL	– устойчивость к тренировочной (физической) нагрузке (resistance to training load, англ.)
S (HR)	– напряжённость физической работы, определяемая по частоте сердечных сокращений
sd	– стандартное отклонение выборки
t	– время, физический параметр количества работы
TC	– сумма вертикальных (положительных) перемещений

	по дистанции (Total Climb, англ.)
TL	– тренировочная (физическая) нагрузка (training load, англ.)
t	– время выполнения тренировочной работы
UCI	– Международный союз велосипедистов (Union Cycliste Internationale, фр.)
v	– скорость передвижения
VAM	– средняя скорость подъёма (velocità ascensionale media, итал.)
VE	– лёгочная вентиляция
VO ₂	– скорость потребления кислорода
VO ₂ АНП	– скорость потребления кислорода, на уровне анаэробного порога
VO ₂ rel	– скорость потребления кислорода, относительная на один килограмм веса спортсмена
VO ₂ abs	– скорость потребления кислорода, абсолютная
АСУ	– автоматизированная система управления
АТФ	– аденозинтрифосфорная кислота
БД	– база данных
БД МПС	– база данных «Мониторинг подготовки спортсмена»
ВДП	– верхний допустимый предел
ГТ	– соревнования по велосипедному спорту серии Гранд Тур – Джиро Италия, Тур де Франс и Вуэльта Испании
ЕВСК	– Единая всероссийская спортивная классификация
ЕИСП «Велоспорт России»	– Единая информационная спортивная платформа «Велоспорт России»
ЕКП	– Единый календарный план спортивных мероприятий
ИППС	– индивидуальная программа подготовки спортсмена
ИТ	– Интернет-технология
КМС	– спортивный разряд «кандидат в мастера спорта»
МР	– метаболический режим
МПС	– мониторинг подготовки спортсмена
НДП	– нижний допустимый предел
НИР	– научно-исследовательская работа
НМО	– научно-методическое обеспечение
ОПУ	– общеподготовительное упражнение

ОФП	– общая физическая подготовленность
ПК	– персональный компьютер
ПО	– программное обеспечение
ПС	– подготовка спортсменов
СВК	– спортсмен высокой квалификации
СПС	– система подготовки спортсменов
СПУ	– специально-подготовительное упражнение
СФП	– специальная физическая подготовленность
УМО	– углублённое медицинское обследование
ФГБУ	– Федеральное государственное бюджетное учрежде-
ФНЦ	– ние «Федеральный научный центр физической куль-
ВНИИФК	– туры и спорта»
ФЗ-329	– Федеральный закон «О физической культуре о спорте
	– в Российской Федерации» от 04.12.2007 № 329-ФЗ
ФССП	– федеральный стандарт спортивной подготовки
ЦП	– целевой показатель
ЭКО	– этапное комплексное обследование

**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ
ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДЛИТЕЛЬНЫХ
ЛОКОМОЦИЯХ ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТА**

Коллективная монография

Редактор И.Г. Тюленина

Подписано в печать 19.09.2025. Формат 60х90 1/16

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 11,75; уч. изд. л. 8,48.

Тираж 500 экз. Заказ № 5892.

Отпечатано в типографии ООО «Канцлер»

150044, г. Ярославль, ул. Полушкина Роща, д. 16, стр. 66А.

Тел.: (4852) 58-76-33, 58-76-37.