

УДК 004.41

**Куряев Роман Вячеславович**  
**Kuryaev Roman Vyacheslavovich**

Студент

Student

Мордовский государственный университет

Mordovian State University

Саранск, Россия

Saransk, Russia

**Фирсова Светлана Анатольевна**  
**Firsova Svetlana Anatolyevna**

кандидат физико-математических наук, доцент,

доцент кафедры систем автоматизированного проектирования

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Computer-aided Design Systems

Мордовский государственный университет

Mordovian State University

Саранск, Россия

Saransk, Russia

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНО-  
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ  
СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ  
СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ В БИАТЛОНЕ**

**DESIGNING THE ARCHITECTURE OF A SOFTWARE AND  
INFORMATION SYSTEM FOR FINDING STATISTICAL PATTERNS OF  
THE RESULTS OF SPORTS COMPETITIONS IN BIATHLON**

**Аннотация:** В данной статье рассмотрена разработанная авторами архитектура программно-информационной системы, предназначенной для нахождения статистических закономерностей результатов спортсменов на соревнованиях по биатлону. Исходными данными послужили итоговые протоколы соревнований и прилагаемые к ним документы по аналитике гонки и аналитике стрельбы. Архитектура системы построена с использованием UML-диаграмм.

**Abstract:** This article discusses the architecture of a software and information system developed by the authors, designed to find statistical patterns of athletes' results at biathlon competitions. The initial data were the final protocols of the competition and the documents attached to them on race analytics and shooting analytics. The architecture of the system is built using UML diagrams.

**Ключевые слова:** архитектура программной системы, UML-диаграммы, соревнования по биатлону, система статистических показателей, аналитика гонки, аналитика стрельбы.

**Key words:** software system architecture, UML diagrams, biathlon competitions, statistical indicators system, race analytics, shooting analytics.

В настоящее время анализ статистических показателей является одним из главных компонентов управления в различных системах. Использование методов математической статистики в мировом спорте также приобрело широкую популярность [1]-[2]. На основе этих методов можно находить и исследовать различные зависимости результатов спортивных соревнований от определенных фиксированных показателей и тем самым повышать профессиональный уровень спортсменов [3]-[5].

Программная система для нахождения статистических закономерностей результатов спортивных соревнований в биатлоне будет отображать статистику выступлений спортсменов и устанавливать статистические закономерности на основании итоговых протоколов соревнований, аналитики гонки и аналитики стрельбы.

За исходные данные были взяты результаты соревнований по биатлону шести видов: масс-старт, спринт, гонка преследования, индивидуальная гонка, эстафета, смешанная эстафета. На рисунках 1-3 представлены итоговые

протоколы Первенства России по биатлону (г. Чайковский, 20-27.12.2021, юниоры, юниорки 19-21 год), аналитика стрельбы и аналитика гонки:



## ПЕРВЕНСТВО РОССИИ ПО БИАТЛОНУ

Отборочное соревнование к Первенству Европы

ЧАЙКОВСКИЙ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)  
ФЦП по ЗВС "Снежинка" им. А.А. Данилова

СР 22 ДЕК 2021  
Начало: 14:00



**ГОНКА 15 КМ ЮНИОРЫ 19-21 ГОД**

### Окончательные результаты

#### Жюри

ТЕХНИЧЕСКИЙ ДЕЛЕГАТ	МАНАЕВ Равиль (Пермский край)
ГЛАВНЫЙ СУДЬЯ	ЧУМАКОВ Василий (Пермский край)
ЗАМ. ГЛАВНОГО СУДЬИ ПО ТРАССАМ	ГОЛОВЯН Сергей (Тюменская область)
ЧЛЕН ЖЮРИ	АКСЕНОВА Олеся (Санкт-Петербург)
ЧЛЕН ЖЮРИ	АЛТУХОВ Сергей (ХМАО-Югра)

#### Описание трассы

ТРАССА	3 км - желтая
ОБЩАЯ ДЛИНА	15547 м
ПЕРЕПАД ВЫСОТ (HD)	35 м
МАКСИМАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ (MC)	30 м
ОБЩАЯ ВЫСОТА ПОДЪЕМОВ (ТС)	545 м

Место	Ст.№	Фамилия, Имя	РЕГ	Год	Разряд	Чистое время	Л	С	Л	С	Сум	Время	Отст.	Очки ЧР	Рейт. очки	Вып. разряд
1	52	КОВАЛЕВ Алексей <i>Смоленская область, г. Смоленск, СОГБУ "СШОР "Юность России"</i>	СМО	2001	МС	41:51.7	1	0	0	0	1	42:51.7		150	60	МС
2	5	БЛИНОВ Никита <i>Республика Татарстан, г. Казань, ГБЛОУ "ГазУОР"</i>	ТАТ	2002	МС	41:43.1	0	1	1	0	2	43:43.1	+51.4	146	54	МС
3	26	РУСИНОВ Владислав <i>ХМАО-Югра, г. Ханты-Мансийск, БУ ХМАО-Югры "ЦСПСКЮ"</i>	ХАН	2000	МС	44:21.9	0	0	0	0	0	44:21.9	+1:30.2	-Л-	48	МС
4	21	ТОСЕНКО Савва <i>Московская область, д. Головино, ГБУ МО "СШОР "Истина"</i>	МОС	2002	КМС	44:27.4	0	0	0	0	0	44:27.4	+1:35.7	143	43	МС
5	7	ИЛЬИНЫХ Станислав <i>ХМАО-Югра - Тюменская область, г. Ханты-Мансийск, БУ ХМАО-Югры "ЦСПСКЮ", ЦСКА</i>	ХАН	2001	МС	44:48.1	0	0	0	0	0	44:48.1	+1:56.4	-Л-	39	МС
6	59	ЕМЕРХОНОВ Евгений <i>Удмуртская Республика, г. Ижевск, АУ УР "ЦСП"</i>	УДМ	2000	МС	40:50.9	1	1	1	1	4	44:50.9	+1:59.2	140	36	МС
7	30	ДОМИЧЕК Олег <i>Алтайский край - Новосибирская область, с. Лесное, МБУ ДО «ДЮСШ» Бийского района</i>	АЛТ	2002	МС	41:57.3	0	1	1	1	3	44:57.3	+2:05.6	68,6/68,6	34	МС
8	15	ЧУДАЙКИН Дмитрий <i>Тюменская область - Республика Мордовия, г. Тюмень, ГАУ ТО "ЦСП"</i>	ТЮМ	2000	МС	44:27.1	0	0	0	1	1	45:27.1	+2:35.4	67/67	33	МС
9	12	СМИРНОВ Евгений <i>Санкт-Петербург, г. Санкт-Петербург, ГБУ СШОР №3 Калининского района, ЦСКА</i>	СПБ	2001	МС	41:36.3	1	0	0	3	4	45:36.3	+2:44.6	132	32	МС
10	11	УСОВ Даниил <i>Пермский край, г. Чайковский, КГБУ "СШОР "Старт", Динамо</i>	ПЕР	2000	МС	41:43.3	0	2	1	1	4	45:43.3	+2:51.6	130	31	МС

Рис. 1. Итоговый протокол соревнований



**Competition  
Shooting Results**  
Software by  
TAURUS-SOFT Systemtechnik  
D 83620 Feldkirchen

**HoRa Systemtechnik GmbH**  
Chiemseestrasse 26 D83093 Bad Endorf  
Tel +49 (0)8053 49043  
Fax +49 (0)8053 49053  
e-mail: info@hora2000.de  
http://www.hora2000.de

ФЦП по ЗВС "Снежинка" Гонка 15 км Юниоры 19-21 год Dec 22, 2021

Page 1

P	1S	2S	3S	4S	5S	ShTm	Rk	RunTm	Rk	RoundTm	Rk	RndTm+P	Rk	v [m/s]	Sht. img.	L	M	La	Remark
<b>1 АУЛОВ Алексей МСК</b>																			
1	22.5	<u>3.1</u>	3.4	3.0	4.1	00:39.1	76	08:22.9	74	09:02.0	77	10:11.0	60	0.00	①●③④⑤	1	P	15	
1	16.0	2.7	<u>2.1</u>	2.6	2.2	00:28.6	20	09:03.3	94	09:31.9	90	10:46.3	59	0.00	①②●④⑤	2	S	24	
1	23.9	2.8	<u>3.4</u>	2.7	3.4	00:38.7	48	09:28.7	96	10:07.4	93	11:16.4	70	0.00	①②●④⑤	3	P	15	
1	<u>14.8</u>	2.6	3.0	2.7	2.1	00:28.2	17	09:20.8	92	09:49.0	87	11:02.8	60	0.00	●②③④⑤	4	S	23	
4						02:14.6	33	36:15.7	90	38:30.3	86	42:44.1	60	0.00					
<b>2 СТЕПАНОВ Иван ЧУВ</b>																			
1	16.4	<u>2.4</u>	2.7	3.9	2.7	00:32.4	26	08:38.6	90	09:10.9	88	10:16.9	64	0.00	⑤④③●①	1	P	10	
1	14.9	3.0	3.1	<u>2.9</u>	2.6	00:29.0	22	08:35.8	71	09:04.8	66	10:18.0	48	0.00	③②①●⑤	2	S	22	
0	20.3	3.4	2.7	2.7	3.8	00:36.9	29	08:35.0	30	09:11.9	28	09:17.9	6	0.00	⑤④③②①	3	P	10	
2	19.5	3.9	<u>3.3</u>	2.5	<u>2.7</u>	00:34.7	53	08:24.7	23	08:59.4	24	11:13.8	65	0.00	●②①④●	4	S	24	
4						02:12.8	32	34:14.1	56	36:27.0	48	40:41.4	40	0.00					
<b>3 МЕНДЕЛЕЕВ Павел ПЕР</b>																			
2	25.3	<u>2.3</u>	2.6	2.5	<u>3.4</u>	00:40.5	83	08:39.9	91	09:20.3	92	11:26.9	90	0.00	①●③④●	1	P	11	
2	17.9	2.4	<u>2.1</u>	<u>2.2</u>	2.7	00:30.9	33	09:00.2	91	09:31.1	88	11:43.1	78	0.00	①②●●⑤	2	S	20	
1	26.8	<u>3.0</u>	2.5	2.7	2.4	00:41.4	64	09:28.3	94	10:09.7	95	11:15.7	69	0.00	①●③④⑤	3	P	10	
1	<u>18.0</u>	2.3	2.1	1.9	2.1	00:29.2	25	09:17.0	90	09:46.2	85	11:03.0	61	0.00	●②③④⑤	4	S	28	
6						02:22.0	44	36:25.3	92	38:47.3	89	45:04.1	88	0.00					

Рис. 2. Аналитика стрельбы



**ПЕРВЕНСТВО РОССИИ ПО БИАТЛОНУ**

Отборочное соревнование к Первенству Европы

ЧАЙКОВСКИЙ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)  
ФЦП по ЗВС "Снежинка" им. А.А. Данилова

СР 22 ДЕК 2021  
Начало: 14:00



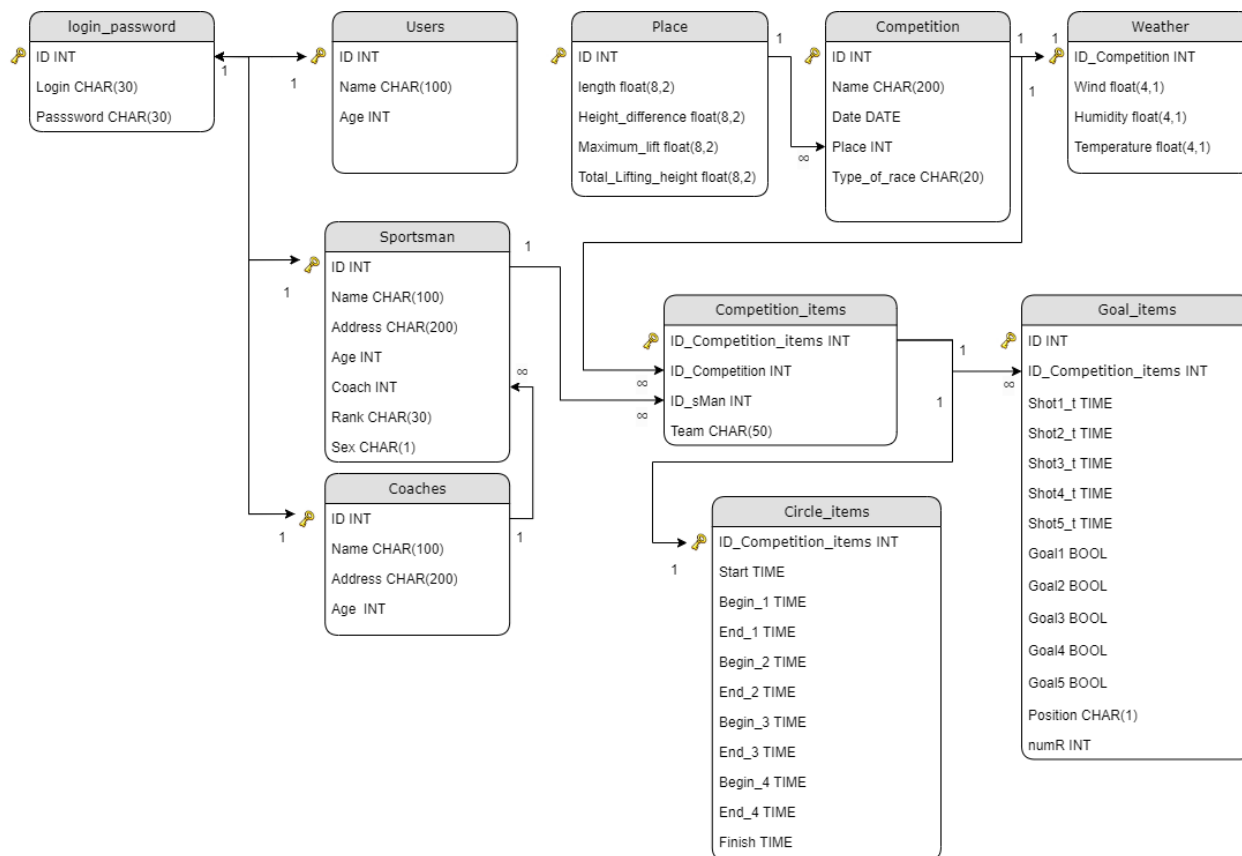
**ГОНКА 15 КМ ЮНИОРЫ 19-21 ГОД**

**Аналитика гонки**

Место	Ст.№	Фамилия Имя	Регион	Промехи	Сум	Время	Отст.								
1	52	КОВАЛЕВ Алексей	Смоленская область	1 0 0 0	1	42:51.7	0.0								
Круг 1	7:38.7	+6.6	5	30.2	+7.1	15	51.8	+6.0 =14	1:00.0	9:30.5	+1:02.2	30	9:30.5	+1:02.2	30
Круг 2	7:41.8	+10.1	8	30.4	+10.4	29	47.9	+4.4 =11	0.0	8:29.7	+7.4	2	18:00.2	+13.7	6
Круг 3	7:49.1	+24.6	9	27.8	+10.7	4	52.3	+2.5 =3	0.0	8:41.4	+13.7	3	26:41.6	+6.1	2
Круг 4	7:40.8	+8.5	2	31.0	+7.9	34	50.1	+5.8 =25	0.0	8:30.9	0.0	1	35:12.5	0.0	1
Круг 5	7:39.2	+43.6	27							7:39.2	+43.6	27			
Итог	38:29.6	+1:27.4	8	1:59.5	+22.4	13	3:22.1	+12.2 =11							
2	5	БЛИНОВ Никита	Республика Татарстан	0 1 1 0	2	43:43.1	+51.4								
Круг 1	7:39.9	+7.8	=8	27.7	+4.6	10	50.5	+4.7 =11	0.0	8:30.4	+2.1	2	8:30.4	+2.1	2
Круг 2	7:42.7	+11.0	=9	26.5	+6.5	11	45.6	+2.1 =6	1:00.0	9:28.3	+1:06.0	30	17:58.7	+12.2	5
Круг 3	7:48.1	+23.6	8	33.3	+16.2	12	57.2	+7.4 =14	1:00.0	9:45.3	+1:17.6	26	27:44.0	+1:08.5	9
Круг 4	7:54.6	+22.3	10	27.5	+4.3	15	46.1	+1.8 =4	0.0	8:40.7	+9.8	2	36:24.7	+1:12.2	2
Круг 5	7:18.4	+22.8	5							7:18.4	+22.8	5			
Итог	38:23.7	+1:21.5	=6	1:55.1	+18.0	6	3:19.4	+9.5 =5							
3	26	РУСИНОВ Владислав	ХМАО-Югра	0 0 0 0	0	44:21.9	+1:30.2								
Круг 1	8:01.7	+29.6	57	26.3	+3.2	7	47.8	+2.0 =7	0.0	8:49.5	+21.2	10	8:49.5	+21.2	10
Круг 2	8:15.0	+43.3	64	36.6	+16.6	78	58.5	+15.0 =80	0.0	9:13.5	+51.2	23	18:03.0	+16.5	8
Круг 3	8:15.3	+50.8	46	37.3	+20.2	33	59.1	+9.3 =29	0.0	9:14.4	+46.7	8	27:17.4	+41.9	3
Круг 4	8:26.3	+54.0	=52	26.3	+3.2	7	48.0	+3.7 =11	0.0	9:14.3	+43.4	=9	36:31.7	+1:19.2	3
Круг 5	7:50.2	+54.6	44							7:50.2	+54.6	44			
Итог	40:48.5	+3:46.3	50	2:06.6	+29.5	21	3:33.4	+23.5 =22							

Рис. 3. Аналитика гонки

Схема базы данных, построенная на основе этих протоколов, представлена на рисунке 4:



**Рис. 4. Схема базы данных**

Спроектированная база данных состоит из 10 таблиц:

- таблица `login_password` хранит логины и пароли всех пользователей системы: администраторов, тренеров, спортсменов и обычных пользователей;
- таблица `Coaches` содержит информацию о пользователях категории «Тренер»: идентификатор пользователя, ФИО тренера, город и страну, которые представляет тренер, его возраст и квалификацию;
- таблица `Users` хранит информацию об обычных пользователях и администраторах: идентификатор пользователя, ФИО пользователя;
- таблица `Sportsman` содержит информацию о спортсменах: идентификатор спортсмена, ФИО спортсмена, город и страну, которые представляет спортсмен, возраст, идентификатор тренера, разряд и пол;
- таблица `Competition` хранит информацию о соревнованиях: идентификатор соревнования, название соревнования, место проведения

соревнования (таблица Place), дату проведения, тип гонки; информация о погодных условиях хранится во вспомогательной таблице Weather;

- таблица Weather хранит информацию о погоде во время соревнования: температуру воздуха, влажность, скорость ветра;

- таблица Place хранит информацию об особенностях трассы: длина трассы, перепад высот, максимальный подъем, общая высота подъемов;

- таблица Competition\_items хранит информацию о выступлениях спортсменов на соревнованиях: идентификатор выступления, идентификатор спортсмена, идентификатор соревнования, название команды;

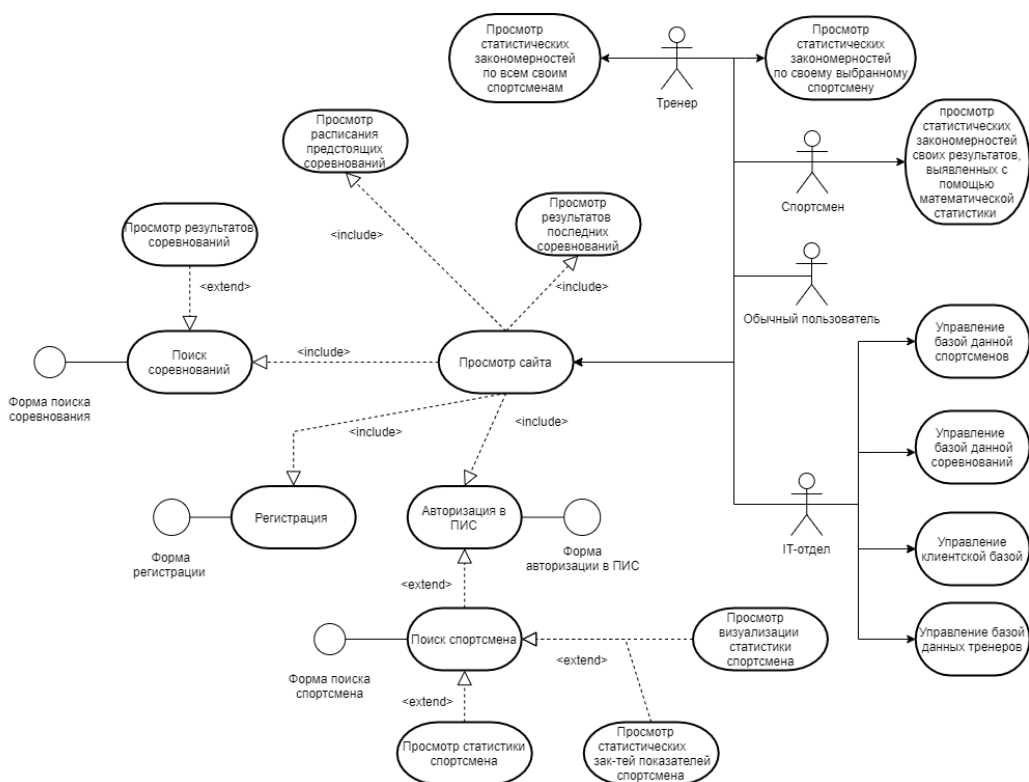
- таблица Goal\_items хранит дополнительную информацию о выступлениях спортсменов на соревнованиях, связанную со стрельбой: идентификатор записи, идентификатор выступления, положение спортсмена (лежа, стоя), номер рубежа, время на 1-й выстрел, время на 2-й выстрел, время на 3-й выстрел, время на 4-й выстрел, время на 5-й выстрел, результат 1-го выстрела, результат 2-го выстрела, результат 3-го выстрела, результат 4-го выстрела, результат 5-го выстрела;

- таблица Circle\_items хранит дополнительную информацию о времени выступления спортсмена на соревновании: идентификатор выступления, время старта, время прихода на 1-й рубеж, время прихода на 2-й рубеж, время прихода на 3-й рубеж, время прихода на 4-й рубеж, время выхода с 1-го рубежа, время выхода со 2-го рубежа, время выхода с 3-го рубежа, время выхода с 4-го рубежа, время финиша.

Разработка программной системы начинается с построения ее архитектуры. В данной статье архитектура описана с помощью набора UML-диаграмм.

Рассмотрим два типа диаграмм, которые описывают статическую структуру разрабатываемой системы:

1. Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 5:

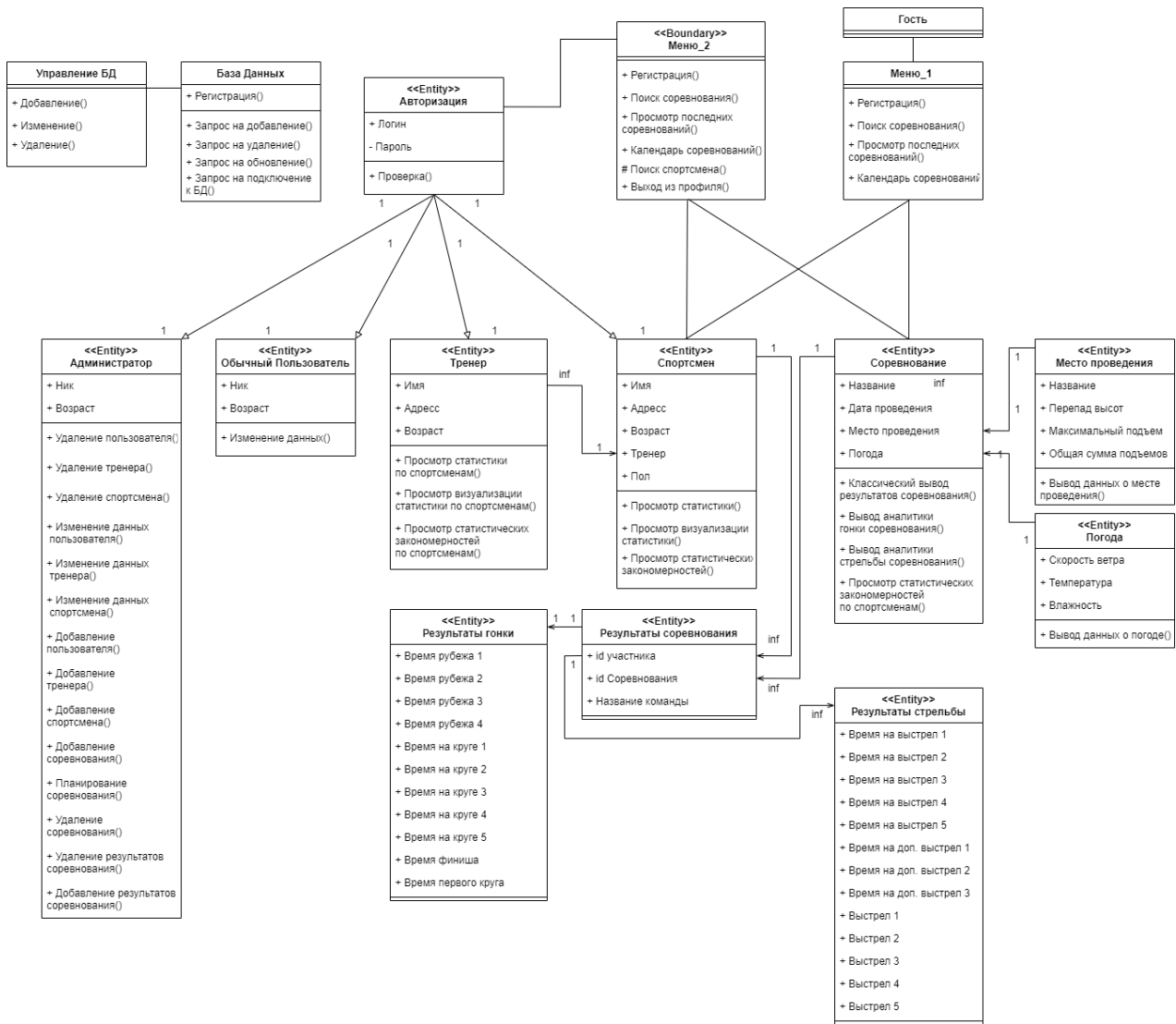


**Рис. 5. Диаграмма вариантов использования**

Из диаграммы видно, что программная система предназначена для работы следующими категориями пользователей:

- обычный пользователь – это пользователь, который посетил ресурс или совершил на нем какое-либо действие;
- тренер – это пользователь, который занесен в таблицу Coaches, имеет своих спортсменов и использует программную систему для оценки способностей каждого из них с целью повышения результатов;
- спортсмен – это пользователь, который занесен в таблицу Sportsman, использует программную систему для выявления своих слабых сторон и выяснения неправильных действий во время гонки;
- IT-отдел – отдел, который следит за работоспособностью сайта, управляет его структурой, организывает публикацию новых материалов и занимается их обновлением и актуализацией, а также управляет пользователями.

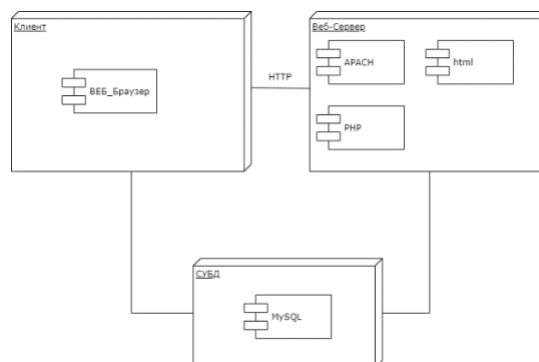
2. Диаграмма классов представлена на рисунке 6:



**Рис. 6. Диаграмма классов**

Для описания реализации программной системы построим следующие диаграммы:

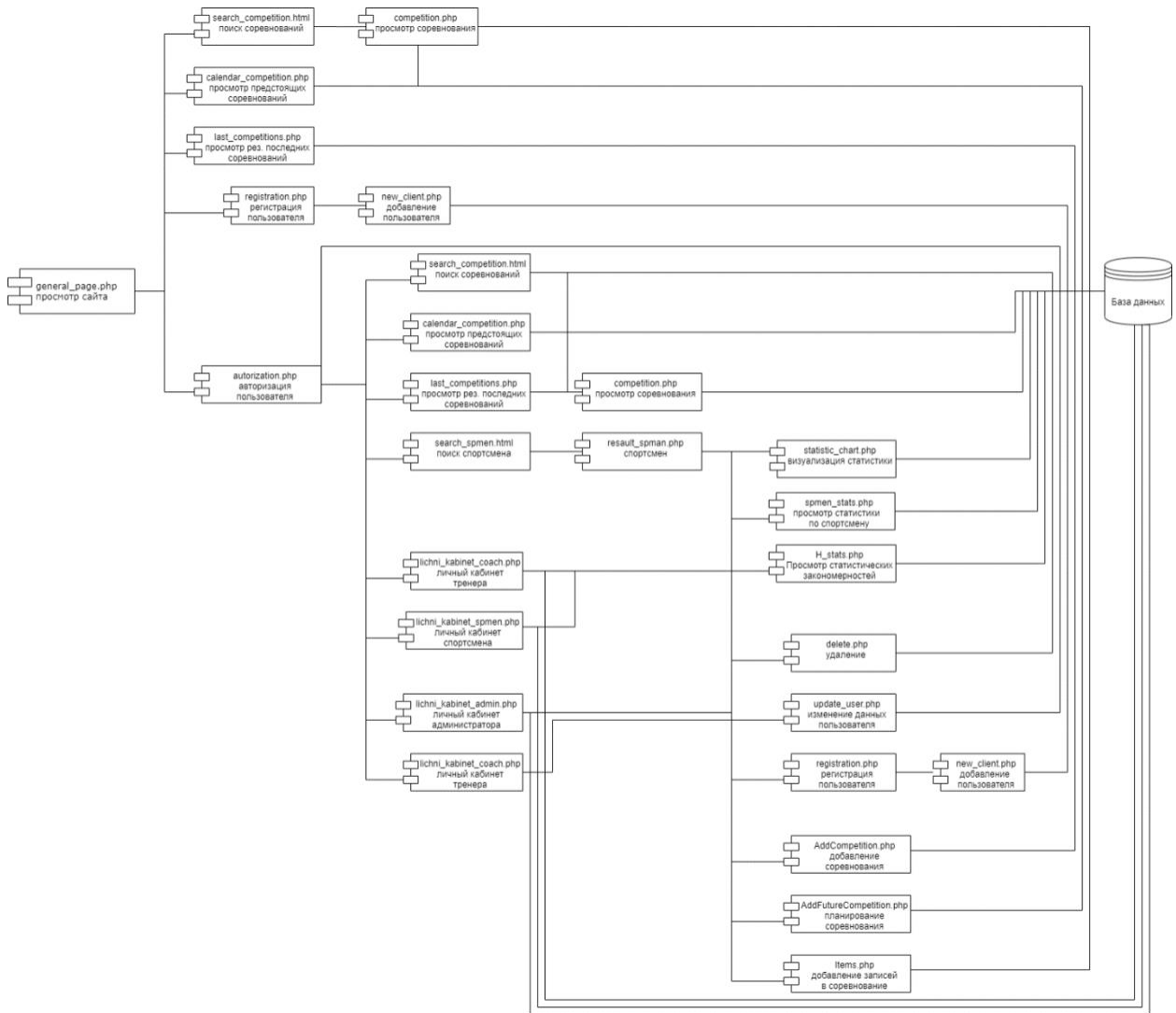
1. Диаграмма развертывания показывает существующие аппаратные компоненты – узлы, программные компоненты, работающие на этих узлах, способы соединения различных частей этого комплекса между собой:





**Рис. 7. Диаграмма развертывания**

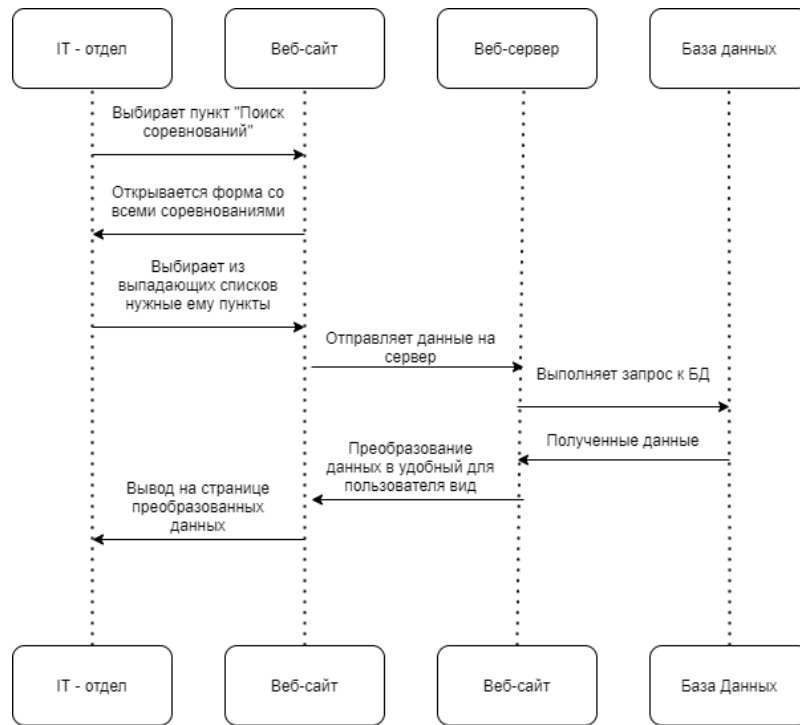
2. Диаграмма компонентов определяет архитектуру проектируемой системы, устанавливая зависимости между программными компонентами, к которым можно отнести исходный, бинарный и исполняемый код:



**Рис. 8. Диаграмма компонентов**

Диаграммы поведения системы представлены:

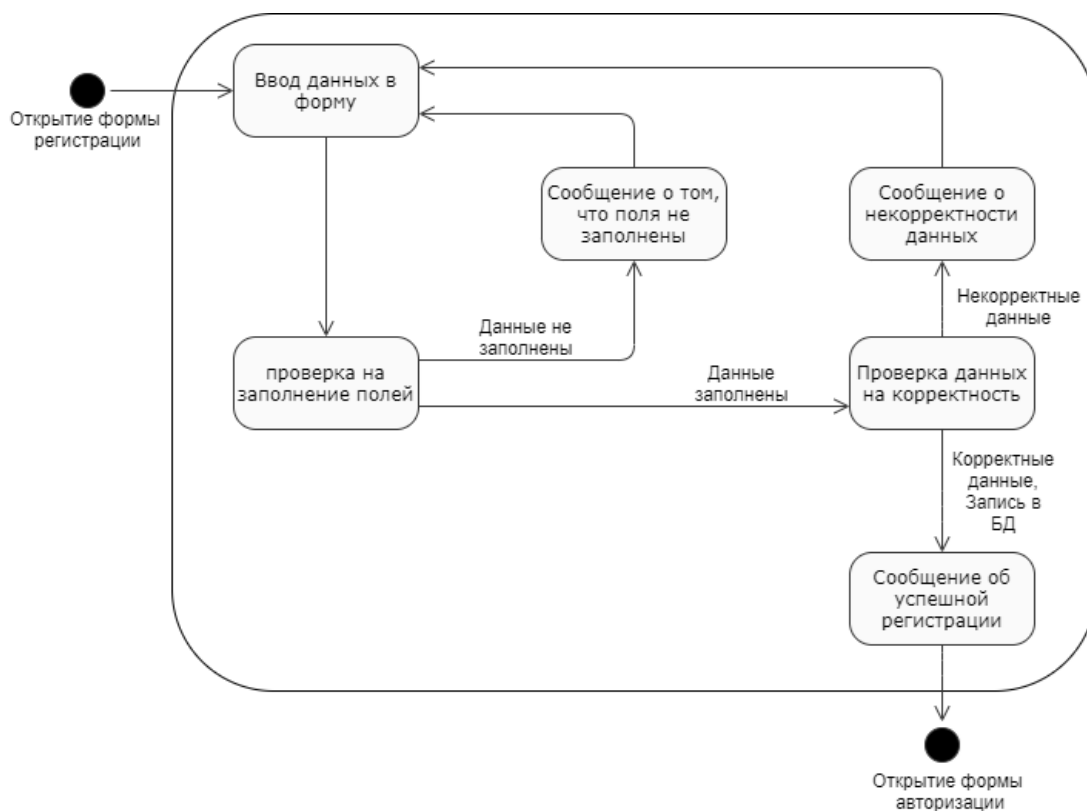
1. Диаграммами последовательности (см., например, рис. 9):



**Рис. 9. Диаграмма последовательности «Поиск соревнований»**

Согласно этой диаграмме, пользователь выбирает категорию «Поиск соревнований» на главной странице, при этом открывается форма поиска. Пользователь выбирает из выпадающих списков полей формы поиска нужные ему пункты. Далее веб-сайт формирует запрос и отправляет его на сервер. На сервере происходит выполнение запроса к базе данных, полученная от базы данных информация отправляется на сайт. Сайт предоставляет информацию о соревнованиях в удобной для пользователя форме.

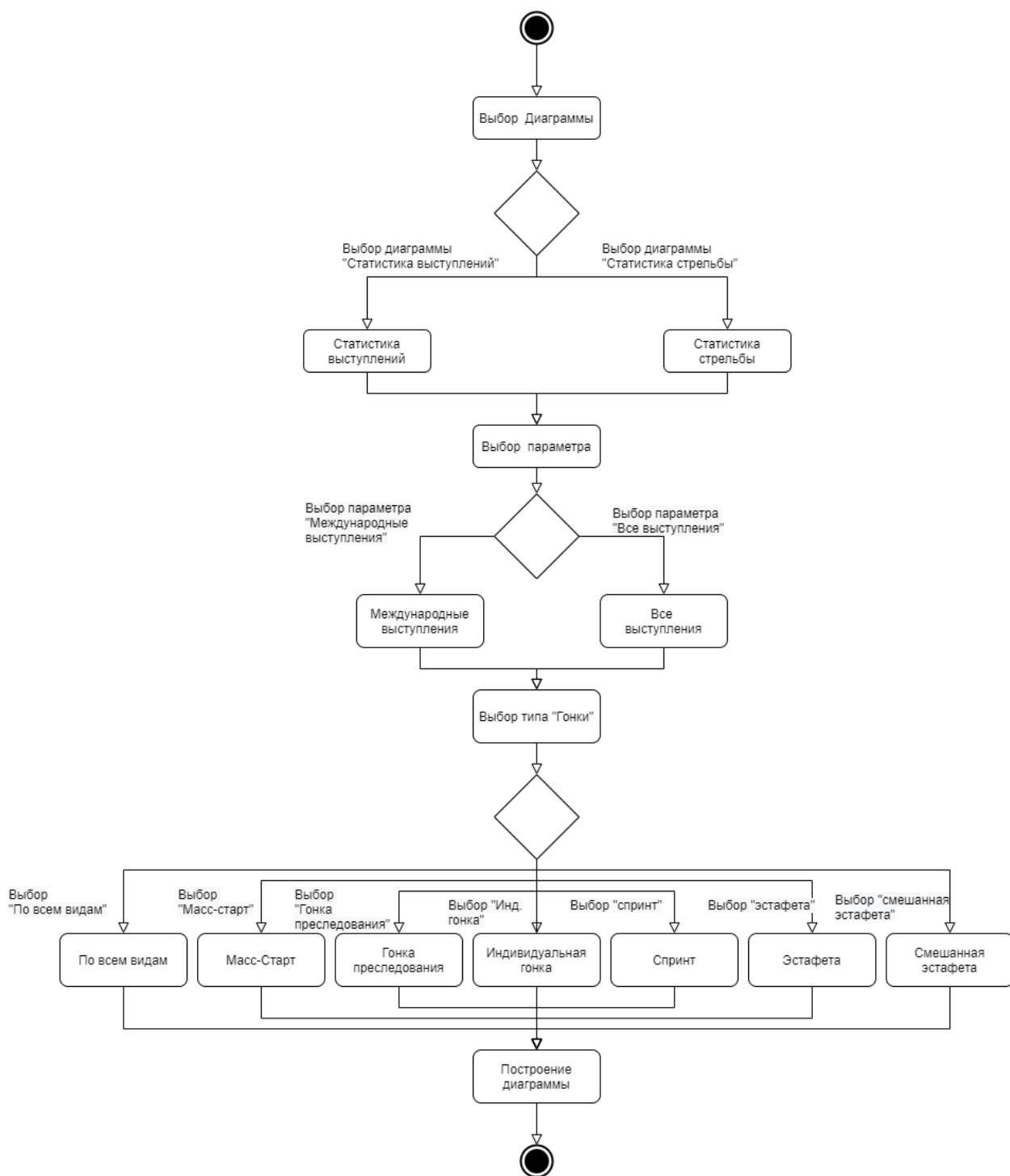
2. Диаграммами состояний (см., например, рис. 10):



**Рис. 10. Диаграмма состояний «Прохождение регистрации»**

Начальным состоянием этой диаграммы состояний является «Открытие формы регистрации», далее пользователь вводит данные в форму – происходит проверка на заполнение полей и проверка на корректность данных, при успешном выполнении обоих пунктов происходит запись данных о новом пользователе в БД, и выдача сообщения об успешной регистрации. Конечным состоянием является «Открытие формы регистрации».

3. диаграммами деятельности (см., например, рис. 11):



**Рис. 11. Диаграмма деятельности «Визуализация статистики спортсмена»**

Пользователь выбирает, по каким показателям следует построить диаграмму для визуализации статистики спортсмена. Далее определяется множество для построения – международные, всероссийские или все соревнования и тип гонки. Система выводит диаграмму по выбранным пользователем критериям.

4. Диаграммами кооперации (см., например, рис. 12):



**Рис. 12. Диаграмма кооперации «Поиск спортсмена»**

Пользователь заполняет форму поиска и отправляет данные. Далее следует переход от объекта «форма поиска» к объекту «страница проверки». Происходит контроль введенных данных, в случае некорректности данных - вывод результата в виде сообщения об ошибке, иначе страница отправляет запрос к базе данных. Объект «: база данных» возвращает результат запроса. Происходит проверка и вывод результата поиска пользователю.

Таким образом, авторами проведён анализ предметной области для разработки программной системы, предназначенной для нахождения статистических закономерностей результатов в современном биатлоне. Разработана архитектура программной системы с применением UML-диаграмм. Спроектированная архитектура должна позволить реализовать удобную, а главное функционально полезную спортсменам-биатлонистам и их тренерам программную систему.

### **Библиографический список:**

1. Жижин В.А. Проблемы сбора спортивно-технических результатов и аналитики соревнований по биатлону / В.А. Жижин, С.Н. Зверева // Физическая

культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2016. – Т. 1. – № 1. – С. 42-45.

2. Зверева С.Н. Анализ спортивно-технических результатов биатлонистов юношеского возраста на основе стрелкового компонента / С.Н. Зверева, А.Ю. Миронов, Н.В. Лобанов // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 6-4. – С. 116-121.

3. Михайкина Ю.А. Анализ результатов сборной команды России по биатлону на всемирных зимних универсиадах в Алма-аты и Осрблье / Ю.А. Михайкина, М.В. Малыгина // Проблемы совершенствования физической культуры, спорта и олимпизма. – 2019. – № 1. – С. 39-43.

4. Реуцкая Е.А. Вклад гоночного и стрелкового компонентов подготовленности высококвалифицированных биатлонистов в итоговый спортивный результат на основных дистанциях соревновательной программы / Е.А. Реуцкая, Е.М. Николаев // Вестник Нижневартковского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 84-90.

5. Синиченко Р.П. Информативные показатели анализа результатов соревновательной деятельности биатлонистов высокой квалификации / Р.П. Синиченко, И.Л. Рыбина // Здоровье для всех. – 2018. – № 1. – С. 24-27.

© Р. В. Куряев, 2022

© С. А. Фирсова, 2022