

13. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology // Eur. Heart J. – 1996. – Vol. 17. – P. 354–381.

14. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–86.

15. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 265 с.

16. Гаврилова, Е. А. Методы оценки эффективности реабилитационных мероприятий в спорте / Е. А. Гаврилова, Е. Ю. Ковбас // Научный поиск. – 2015. – № 2. – С. 46–48.

17. Питкевич, Ю. Э. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов / Ю. Э. Питкевич // Проблемы здоровья и экологии. – 2010. – Т. 26, № 4. – С. 101–106.

18. Апанасенко, Г. Л. Здоровье спортсмена: критерии оценки и прогнозирования / Г. Л. Апанасенко, Ю. С. Чистяков // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. – С. 19–22.

Поступила 11.09.2018

УДК 796.01:612

ВЛИЯНИЕ АЭРОБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОК-СПОРТСМЕНОК

Т.В. Лойко, канд. пед. наук, доцент, **Н.В. Жилко**,
Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь

В работе представлены особенности состояния гемодинамики и вегетативной регуляции сердечной деятельности, а также физической работоспособности студенток-спортсменок, выполняющих аэробные физические нагрузки различной систематичности.

Ключевые слова: спортивная тренировка; аэробная физическая нагрузка; физическая работоспособность; адаптация; система кровообращения; гемодинамика; вегетативная регуляция сердечной деятельности.

THE EFFECT OF AEROBIC PHYSICAL LOADS ON THE HAEMO DYNAMIC STATE, VEGETATIVE REGULATION OF CARDIAC PERFORMANCE, AND PHYSICAL EFFICIENCY OF FEMALE STUDENTS-ATHLETES

Features of the state of hemodynamics and vegetative regulation of cardiac performance, as well as physical efficiency of female students-athletes carrying out aerobic physical loads of various systematic character are presented in the article.

Keywords: sports training; aerobic exercise load; physical working capacity; adaptation; blood circulatory system; hemodynamics; vegetative regulation of cardiac performance.

Долговременная адаптация спортсмена к тренировочным воздействиям связана с морфофункциональными изменениями, происходящими в различных органах и физиологических системах его организма, а также механизмах регуляции как двигательных, так и вегетативных функций. В первую очередь, они затрагивают систему кровообращения и вегетативную регуляцию сердечной деятельности, которые являются лимитирующими звеньями процесса адаптации. Темпы и глубина происходящих адаптивных перестроек во многом определяются систематичностью тренировочных занятий [1–5].

Эффективные приспособительные изменения долговременного характера, формирующиеся только при условии регулярного выполнения адекватных физических нагрузок, значительно расширяют физиологические резервы организма, повышают физическую работоспособность спортсмена и составляют основу роста его тренированности.

Цель исследования – изучить состояние гемодинамики и вегетативной регуляции сердечной деятельности, а также физическую работоспособность студенток-спортсменок, занимающихся аэробными видами спорта.

Для достижения поставленной цели были обследованы 25 студенток учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры» в возрасте 18–22 лет, тренировочный процесс которых имел аэробную направленность. Состояние гемодинамики оценивалось по частоте сердечных сокращений (ЧСС), величине систолического, диастолического и пульсового давления (соответственно СД, ДД и ПД), зарегистрированных в покое. Рассчитывался общий гемодинамический показатель (ОГП) [6]. Для оценки состояния вегетативной регуляции сердечной деятельности использовалась кардиоинтервалография. Кардиоинтервалограмма регистрировалась в покое и в ортостазе. По ней рассчитывались следующие показатели: мода (M_0), амплитуда моды (AM_0), вариационный размах (ВР), индекс напряжения (ИН) [5, 6]. Физическая работоспособность определялась с использованием одной из модификаций методики PWC_{170} , основанной на выполнении однократной степ-тестовой нагрузки [7]. Уровень физической работоспособности оценивался по относительному значению PWC_{170} (кгм/мин/кг) [8].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием следующих числовых характеристик выборки: среднее арифметическое, стандартное отклонение, стандартная ошибка средней арифметической. Значимость различий между средними значениями двух групп определялась по критерию Стьюдента (использовался 5 %-ный уровень значимости).

Установлено, что по величине всех изучаемых показателей гемодинамики между группами девушек отсутствовали статистически значимые различия. Средние значения ЧСС, СД и ДД в состоянии покоя у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса, независимо от систематичности их тренировочных занятий, находились в пределах физиологической нормы (таблица 1).

Таблица 1. – Показатели гемодинамики у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Группы студенток-спортсменок			Значимость различий между группами*
	Все (n=25)	Тренируются систематически (n=14)	Тренируются несистематически (n=11)	
ЧСС в покое, уд/мин	64,28±1,61	63,36±2,69	65,45±1,72	>0,05
СД в покое, мм рт. ст.	111,60±1,07	110,36±1,58	113,18±1,46	>0,05
ДД в покое, мм рт. ст.	69,20±1,03	69,64±1,58	68,64±1,43	>0,05
ПД в покое, мм рт. ст.	42,40±0,96	40,71±1,20	44,55±1,49	>0,05
ОГП, усл. ед.	147,61±1,88	146,57±3,22	148,94±1,81	>0,05

Примечание – * – в зависимости от систематичности тренировочных занятий.

Индивидуальный анализ обсуждаемого показателя выявил, что брадикардия, свидетельствующая об экономизации работы сердца, у студенток, систематически выполняющих аэробные нагрузки, встречалась чаще, чем у девушек второй группы (соответственно в 29 и 18 % случаев).

У 14 % регулярно тренирующихся студенток отмечалось снижение ПД до 30–35 мм рт. ст., свидетельствующее об ослаблении сердечной деятельности. Это может являться следствием выполнения значительных объемов тренировочных нагрузок на фоне напряженной учебной деятельности девушек, включающей не только теоретические, но и практические занятия, что обуславливает более глубокое истощение как психических, так и функциональных резервов организма.

По величине среднего арифметического значения ОГП между группами девушек также отсутствовали статистически значимые различия (таблица 1). Индивидуальный анализ обсуждаемого показателя выявил, что для большинства студенток-спортсменок было характерно хорошее состояние гемодинамики (рисунок 1).

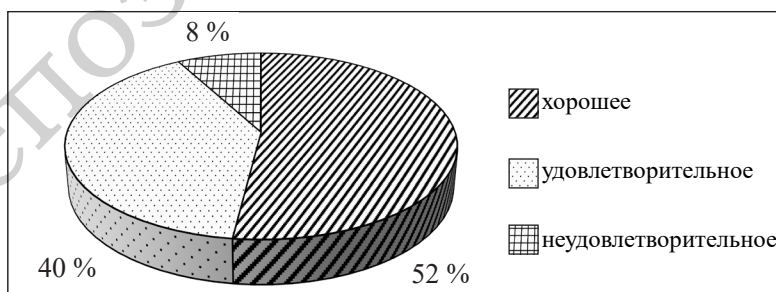
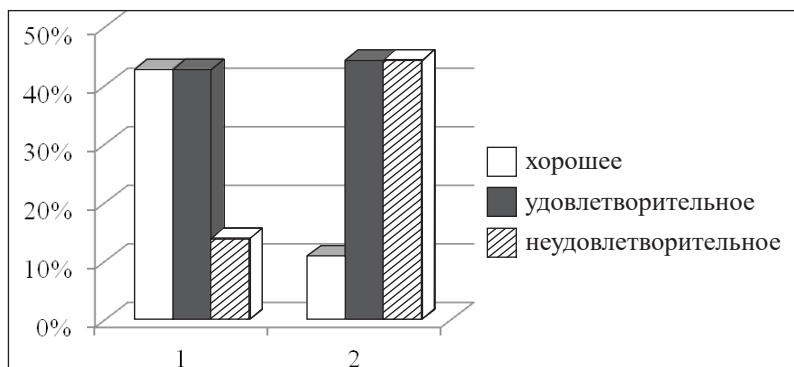


Рисунок 1. – Состояние гемодинамики у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса

Межгрупповое сравнение индивидуальных значений ОГП выявило, что удовлетворительное состояние гемодинамики у систематически тренирующихся девушек встречалось наравне с хорошим, а у представительниц второй группы – наравне с неудовлетворительным состоянием (рисунок 2).



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 2. – Состояние гемодинамики у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса в зависимости от систематичности занятий

Представленные данные свидетельствуют о том, что студентки, систематически выполняющие аэробные тренировочные нагрузки, отличались лучшим гемодинамическим состоянием.

Анализ показателей кардиоинтервалограммы в состоянии покоя выявил, что между группами девушек отсутствовали статистически значимые различия по величине M_0 , AM_0 , BP и $ИН$ в зависимости от регулярности тренировочных занятий аэробной направленности. Среднее значение $ИН$ во всех группах студенток-спортсменок соответствовало исходной нормотонии (таблица 2).

В ортостазе между группами исследуемых девушек также отсутствовали статистически значимые различия по всем анализируемым показателям кардиоинтервалограммы. Среднее значение $ИНБ$ в группе систематически тренирующихся девушек соответствовало нормотоническому типу вегетативной реактивности. В группе студенток, выполняющих аэробные нагрузки нерегулярно, – гиперсимпатикотоническому типу (таблица 2).

Индивидуальный анализ показателей кардиоинтервалограммы позволил подробнее изучить состояние исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса.

Таблица 2. – Показатели кардиоинтервалограммы у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса ($\bar{X} \pm m$)

Состояние	Показатели	Группы студентов-спортсменок			Значимость различий между группами*
		Все (n=25)	Тренируются систематически (n=14)	Тренируются несистематически (n=11)	
Покой	M_0 , с	0,94±0,02	0,96±0,04	0,91±0,02	>0,05
	AM_0 , %	31,91±1,18	31,23±1,81	32,78±1,62	>0,05
	BP , с	0,37±0,04	0,40±0,06	0,33±0,05	>0,05
	$ИН$, усл. ед.	58,26±5,68	54,28±8,95	63,34±7,30	>0,05
Ортостаз	M_0 , с	0,75±0,03	0,78±0,05	0,71±0,03	>0,05
	AM_0 , %	40,48±1,98	38,83±2,42	42,58±3,57	>0,05
	BP , с	0,61±0,23	0,84±0,43	0,31±0,04	>0,05
	$ИН$, усл. ед.	102,42±11,56	90,14±14,34	118,05±20,16	>0,05
	$ИНБ$, усл. ед.	2,06±0,27	1,87±0,29	2,30±0,54	>0,05

Примечание – * – в зависимости от систематичности тренировочных занятий.

Установлено, что исходная нормотония была преобладающей. Исходная симпатикотония встречалась наиболее редко (рисунок 3).

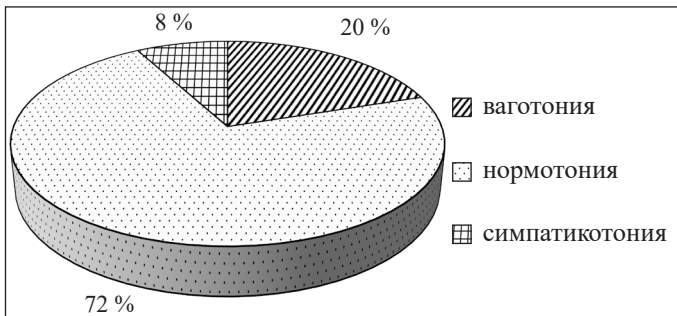


Рисунок 3. – Состояние исходного вегетативного тонуса у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса

Особенностью исходного вегетативного тонуса у студенток, систематически занимающихся аэробными упражнениями, было снижение частоты встречаемости исходной нормотонии на фоне значительного увеличения случаев выявления исходной ваготонии по сравнению со студентками, тренирующимися нерегулярно. Исходная симпатикотония диагностировалась только у представительниц первой группы (рисунок 4).



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 4. – Состояние исходного вегетативного тонуса у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса в зависимости от систематичности занятий

Представленные данные свидетельствуют о том, что спортивная тренировка аэробной направленности сопровождается более выраженным усилением парасимпатических влияний на работу сердца (признак экономизации его деятельности) в том случае, если она является регулярной. Вместе с тем именно в группе систематически тренирующихся девушек было выявлено несколько случаев напряжения механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности.

У студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса преобладал нормотонический тип вегетативной реактивности, способствующий быстрому вработыванию и экономичному использованию физиологи-

ческих резервов организма во время мышечной деятельности. Наиболее редко у них встречался асимпатикотонический тип, затрудняющий процессы вработывания, способствующий вхождению в состояние мертвой точки (рисунок 5).

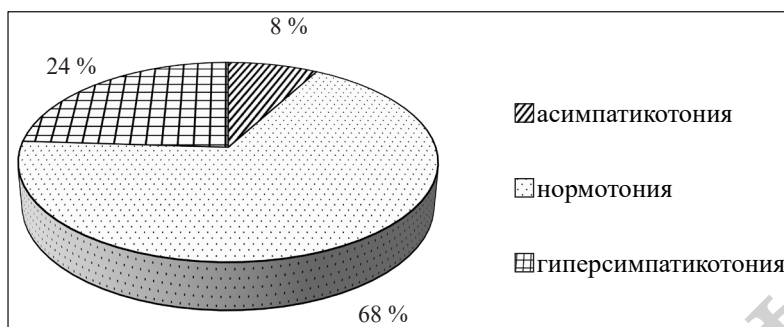
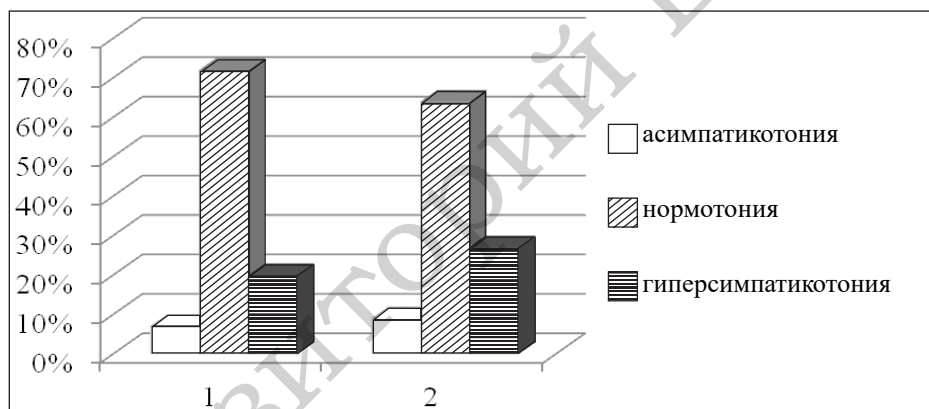


Рисунок 5. – Распределение студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса по типам вегетативной реактивности

Существенных различий по соотношению различных типов вегетативной реактивности между группами девушек в зависимости от систематичности аэробной тренировки не выявлено (рисунок 6).



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 6. – Распределение студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса по типам вегетативной реактивности в зависимости от систематичности занятий

После выполнения степ-тестовой нагрузки величина артериального давления, и особенно ЧСС, у систематически тренирующихся студенток была ниже, чем у девушек, занимающихся нерегулярно (таблица 3). Это свидетельствует о меньшем напряжении системы кровообращения во время мышечной деятельности у первых по сравнению со вторыми.

Среднее арифметическое значение PWC_{170} (кгм/мин/кг) у студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса соответствовало высокому уровню физической работоспособности (таблица 3). Индивидуальный анализ обсуждаемого показателя выявил, что физическая работоспособность девушек оценивалась преимущественно как очень высокая или выше среднего (рисунок 7).

Таблица 3. – Физическая работоспособность студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Группы студенток-спортсменок			Значимость различий между группами*
	Все (n=25)	Тренируются систематически (n=14)	Тренируются несистематически (n=11)	
ЧСС после нагрузки, уд/мин	139,52±3,35	131,71±4,97	149,45±2,47	<0,05
СД после нагрузки, мм рт. ст.	148,20±2,97	144,64±4,16	152,73±4,44	>0,05
ДД после нагрузки, мм рт. ст.	68,20±1,25	67,14±1,51	69,55±2,29	>0,05
ПД после нагрузки, мм рт. ст.	80,00±3,28	77,50±4,41	83,18±5,44	>0,05
PWC ₁₇₀ , кгм/мин	1189,94±52,27	1304,71±81,95	1043,86±38,55	<0,05
PWC ₁₇₀ , кгм/мин/кг	20,63±1,00	23,04±1,52	17,56±0,49	<0,05

Примечание – * – В зависимости от систематичности тренировок.

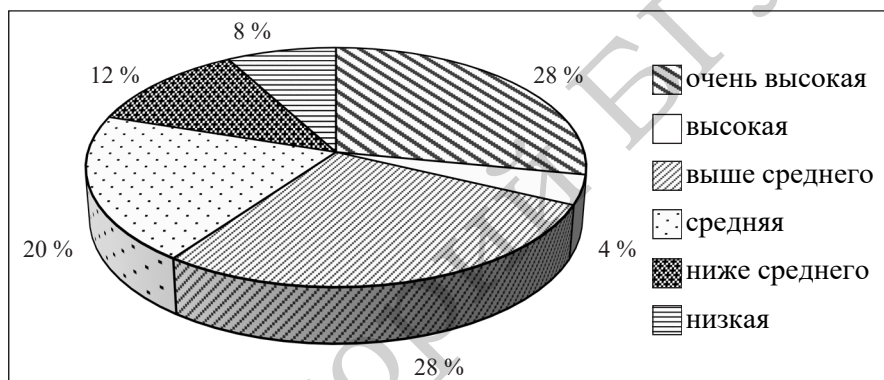


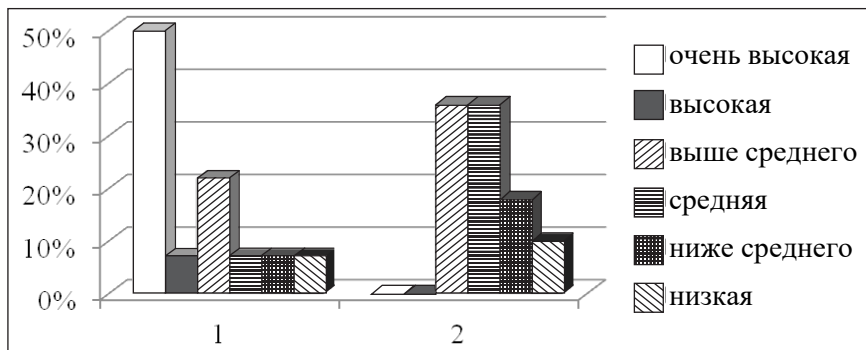
Рисунок 7. – Физическая работоспособность студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса

Установлено, что как абсолютные, так и относительные значения PWC₁₇₀ у студенток, систематически выполняющих аэробные физические нагрузки, были значимо выше, чем у девушек, тренирующихся нерегулярно (таблица 3). Индивидуальный анализ показателей PWC₁₇₀ (кгм/мин/кг) у студенток-спортсменок в зависимости от регулярности тренировочных занятий выявил, что физическая работоспособность девушек, тренирующихся систематически, оценивалась преимущественно как очень высокая. У студенток, тренирующихся несистематически, – как средняя и выше среднего уровня (рисунок 8).

Представленные данные свидетельствуют о более высоком уровне физической работоспособности систематически тренирующихся студенток по сравнению с девушками, выполняющими аэробные нагрузки нерегулярно.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Индивидуальный анализ состояния гемодинамики и вегетативной регуляции сердечной деятельности, а также уровня физической работоспособности студенток-спортсменок позволяет получить более полную информацию о влиянии аэробных нагрузок на организм девушек по сравнению с методом расчета среднегрупповых значений изучаемых показателей.



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 8. – Физическая работоспособность студенток-спортсменок с аэробной направленностью тренировочного процесса в зависимости от систематичности занятий

2. Для достижения более выраженного положительного функционального эффекта от занятий физическими упражнениями аэробного характера, заключающегося в улучшении состояния гемодинамики, вегетативной регуляции сердечной деятельности, и особенно в росте физической работоспособности, необходимо неукоснительно соблюдать принцип систематичности физических нагрузок.

3. Несмотря на высокий оздоровительный потенциал аэробных физических нагрузок [4, 9], нерациональное планирование тренировочных воздействий соответствующей направленности может негативно отразиться на показателях гемодинамики и вегетативной регуляции сердечной деятельности, а также на уровне физической работоспособности.

1. Белоцерковский, З. Б. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина. – М. : Советский спорт, 2012. – 548 с.

2. Захарьева, Н. Н. Спортивная физиология : курс лекций / Н. Н. Захарьева. – М. : Физическая культура, 2012. – 284 с.

3. Лойко, Т. В. Физиология спорта в схемах и таблицах / Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2015. – 108 с.

4. Физиологические основы здоровья : учеб. пособие / отв. ред. Р. И. Айзман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФА-М, 2016. – 351 с.

5. Юшкевич, Т. П. Управление тренировочной нагрузкой юных спринтеров на основе показателей функционального контроля : метод. рекомендации / Т. П. Юшкевич, В. И. Приходько, Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2011. – 26 с.

6. Логвин, В. П. Лабораторный практикум по учебной дисциплине «Физиология спорта» / В. П. Логвин, Т. В. Лойко, Н. В. Жилко ; под общ. ред. В. И. Логвин. – 6-е изд. стер. – Минск : БГУФК, 2016. – 88 с.

7. Соматическое здоровье и методы его оценки : учеб.-метод. пособие по дисциплине «Физическое воспитание» для студентов всех специальностей / сост. В. А. Пасичниченко, Д. Н. Давиденко. – Минск : БГУ, 2006. – 44 с.

8. Гамза, Н. А. Функциональные пробы в спортивной медицине / Н. А. Гамза, Г. Р. Солянюк, Т. В. Жукова. – 2-е изд., испр. – Минск : БГУФК, 2011. – 57 с.

9. Киселев, В. М. Двигательная активность и питание – основные факторы здоровья и долголетия человека / В. М. Киселев [и др.] // Здоровый образ жизни : сб. статей ; Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. М. Киселев (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2013. – Вып. 10. – С. 5–15.

Поступила 07.05.2018