

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ПОЧВАХ ТАДЖИКИСТАНА ASSESSMENT OF CESIUM-137 DISTRIBUTION IN SOIL OF TAJIKISTAN

**У. М. Мурсаидов, С. В. Муминов,
И. Мурсаидзода, М. З. Ахмедов, М. М. Хакдодов**
U. M. Mirsaidov, S. V. Muminov, I. Mirsaidzoda, M. Z. Akhmedov, M. M. Khakdodov

*Агентство по химической, биологической, радиационной
и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан,
ulmas2005@mail.ru*

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety & Security Agency
of the National Academy of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan*

Приведены результаты исследования цезия-137 в почвах регионов Таджикистана в зависимости от рельефа местности и механического состава почвы. Исследование проводилось на территории Хатлонской области, города Душанбе и районов республиканского подчинения, а также Согдийской области. В процессе исследования было отобрано 134 пробы почв методом квартования из обрабатываемых и необрабатываемых полей до глубины 25 см от поверхности земли. Каждая отобранная проба была очищена от камней, корней и других включений и прошла процесс высушивания до воздушно-сухого состояния, измельчалась и просеивалась через сито диаметром отверстий 2 мм. Для измерения проб использовались сосуд (геометрия) «Маринелли» объёмом 1 л. Измерение удельной активности проводилось на гамма-спектрометре с полупроводниковым детектором. Выявлено, что максимальная концентрация цезия-137 наблюдается в пробе почвы «Камароб» Раштского района, удельная активность которой составляет 147.5 Бк/кг. Выявлено, что в почвах обрабатываемых земель цезий-137 концентрируется на глубине до 25-30 см.

The results of a study of cesium-137 in soils of the regions of Tajikistan depending on the terrain and mechanical composition of the soil are presented. The study was conducted in the Khatlon region, the city of Dushanbe and districts of republican subordination, as well as the Sughd region. During the study, 260 soil samples were taken using the quartering method from cultivated and uncultivated fields to a depth of 25 cm from the ground surface using the method. Each sample taken was cleared of stones, roots and other inclusions and went through a drying process to an air-dry state, crushed and sifted through a sieve with a hole diameter of 2 mm. To measure the samples, a Marinelli vessel (geometry) with a volume of 1 liter was used. Specific activity measurements were carried out on a gamma spectrometer with a semiconductor detector. It was revealed that the maximum concentration of cesium-137 is observed in the soil sample "Kamarob" of the Rasht region, whose specific activity is 147.5 Bq/kg. It was revealed that in the soils of cultivated lands, cesium-137 is concentrated at a depth of 25-30 cm.

Ключевые слова: цезий-137, удельная активность, почва, регионы Таджикистана.

Keywords: cesium-137, specific activity, soil, regions of Tajikistan.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-2-190-194>

В результате испытаний ядерного оружия в атмосфере цезий-137 распространился по поверхности всей планеты за счёт глобальных радиоактивных выпадений. В настоящее время цезий-137 обнаруживается в растительности, в верхних почвенных горизонтах, в водной среде и донных осадках рек, озёр, морей и океанов, определяя существенную часть радиоактивного фона на большей части планеты [1]. Развитие ядерной энергетики, а также широкое применение радионуклидов в медицине, промышленности и научных исследованиях определяют актуальность проблемы изучения распространения техногенных радионуклидов (в частности, цезия-137) в природных средах и их воздействие на окружающую среду и биосферу.

Цель и задачи нашего исследования заключаются в обследовании характера распределения цезия-137 в зависимости от рельефа и механического состава почв на территории регионов Таджикистана.

Таджикистан по характеру своего рельефа - типичная горная страна с абсолютными высотами поверхностей от 300 до 7495 метров. Почти половина территории республики расположена на высоте более 3 тыс. м. Для Таджикистана характерна "позажная" смена рельефа. Можно выделить следующие пояса: равнинный (на высоте от 300 до 900 м над уровнем моря), предгорный (900-1600 м), низкогорный (1600-2300 м), среднегорный (2300-3500 м) и высокогорный (выше 3500 м). Равнины занимают лишь 7% территории республики [2].

Почвенный покров Таджикистана отличается исключительной пестротой. Причём вследствие резких различий в высоте отчетливо выражена высотная почвенная поясность. В основном выделяются четыре пояса:

1) равнинно-низкогорный в основном с серозёмными почвами; 2) среднегорный с горными коричневыми почвами; 3) высокогорный с высокогорными лугово-степными, степными, пустынно-степными, занговыми и пустынными почвами; 4) нивальный пояс (рухляковые почвы среди ледников, снежников и скал) [2].

Территории исследования и пробоотбора включали в себя разнообразные ландшафты, как альпийские луга, высокогорные и равнинные пустыни, глубокие и узкие ущелья рек, сжатые скалистыми хребтами и др. Пробоотбор проводился на территориях Гиссарского, Раштского, Бохтарского, Кулябского регионов и Согдийской области Таджикистана. Для исследования было отобрано 134 образца почв различных типов (таблица 1).

Таблица 1

Сведения об отобранных пробах и характеристике местности

Территориальное деление	Тип площадки	Тип почвы	Количество отобранных проб	Усредненная УА цезия-137 в почве, Бк/кг
Северные районы	Среднегорный с горными коричневыми почвами	Скалистый, глинистый	41	11,5
Центральные районы	Среднегорный с горными коричневыми почвами	Глинистый	30	11,42
Южные районы	Равнинно-низкогорный в основном с серозёмными почвами	Песчаный	44	4,5
Юго-восточные районы	Высокогорный с высокогорными пустынно-степными, занговыми и пустынными почвами	Скалистый	19	17,0

Пробы отбирались в зависимости от рельефа и механических свойств почв в 2018-2020 гг. в центральной, южной, юго-восточной частях и в 2021-2022 гг. - в северной части Таджикистана. Территории регионов, выбранных для отбора проб, включают в себя самые разнообразные ландшафты: альпийские луга, высокогорные и равнинные пустыни, глубокие и узкие ущелья рек, сжатые скалистыми хребтами (рис. 1).



Рисунок 1 – Карта территориального деления Таджикистана: 1 - Северный Таджикистан; 2 - Центральный Таджикистан; 3 - Южный Таджикистан; 4 - Восточный Таджикистан

В каждом регионе было выбрано от 20 до 40 точек для отбора проб, где минимальное расстояние между точками составляет примерно 5-7 км. Пробоотбор почвы проводился согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017 от поверхности земли до глубины 25 см. Отобранные пробы разделили на две категории: пробы почвы из необрабатываемых земель и почва из обрабатываемых полей. Каждая проба в точке отбора очищалась от камней, корней и других включений. Из общей массы образца методом квартования отбирали более 1 л пробы. Почвы высушивали до воздушно-сухого состояния, измельчали на мельнице и просеивали через сито диаметром отверстий 2 мм. Для измерения и анализа проб использовали стандартный сосуд «Маринелли» объёмом 1 л. Измерения проводились на гамма-спектрометре с детектором из особо чистого германия (CANBERA, программное обеспечение Genie-2000) с неопределённостью измерения от 6 до 13%, в аккредитованной «Лаборатории технических услуг» Агентства по ХБРЯ безопасности НАНТ.

На рис. 2 и 3 приведены карты средней удельной активности (УА) цезия-137 в почвах различных районов Таджикистана в Бк/кг.

Таблица 1
Сведения об усредненных значений УА цезия-137 в почвах Северного Таджикистана

Номер региона	Названия регионов	Усредненная УА почвы, Бк/кг
1	Матчинский район	<1
2	Б.Гафуровский район	27,8
3	Аштский район	9,1
4	Зафарабадский район	4,9
5	Спитаменский район	<1
6	Дж.Расуловский район	<1
7	Канибадамский район	<1
8	Исфаринский район	<1
9	Истаравшанский район	12,1
10	Девагитский район	<1
11	Пенджикентский район	<1
12	Айнийский район	7,8
13	Шахристанский район	14,2
14	Горно-Матчинский район	<1

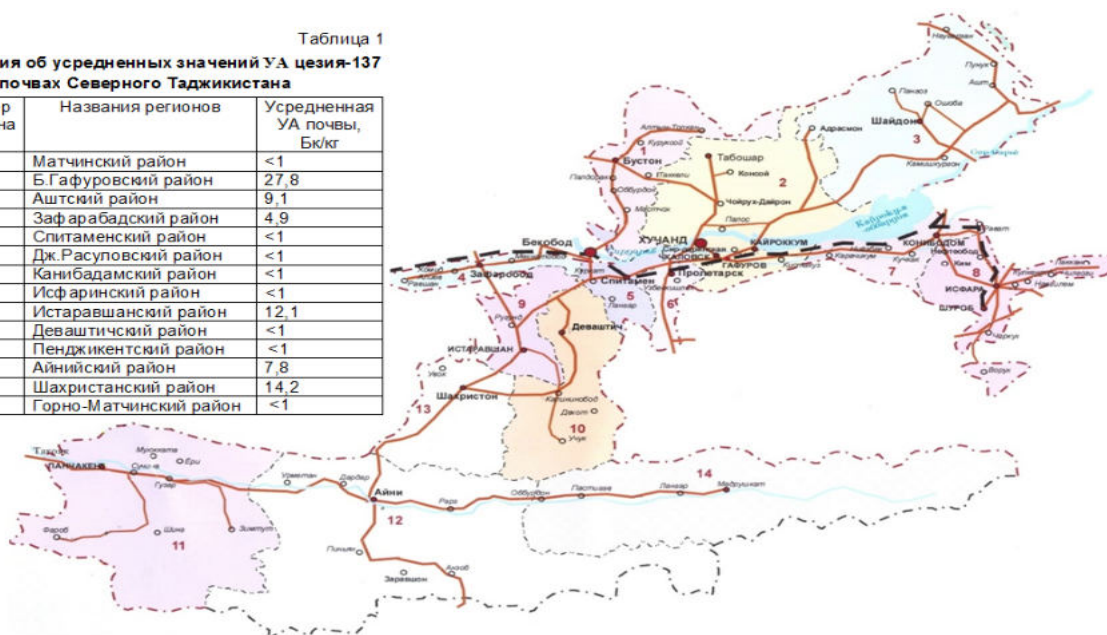


Рисунок 2 – Карта регионов Северного Таджикистана с указанием усреднённого значения УА цезия в почве

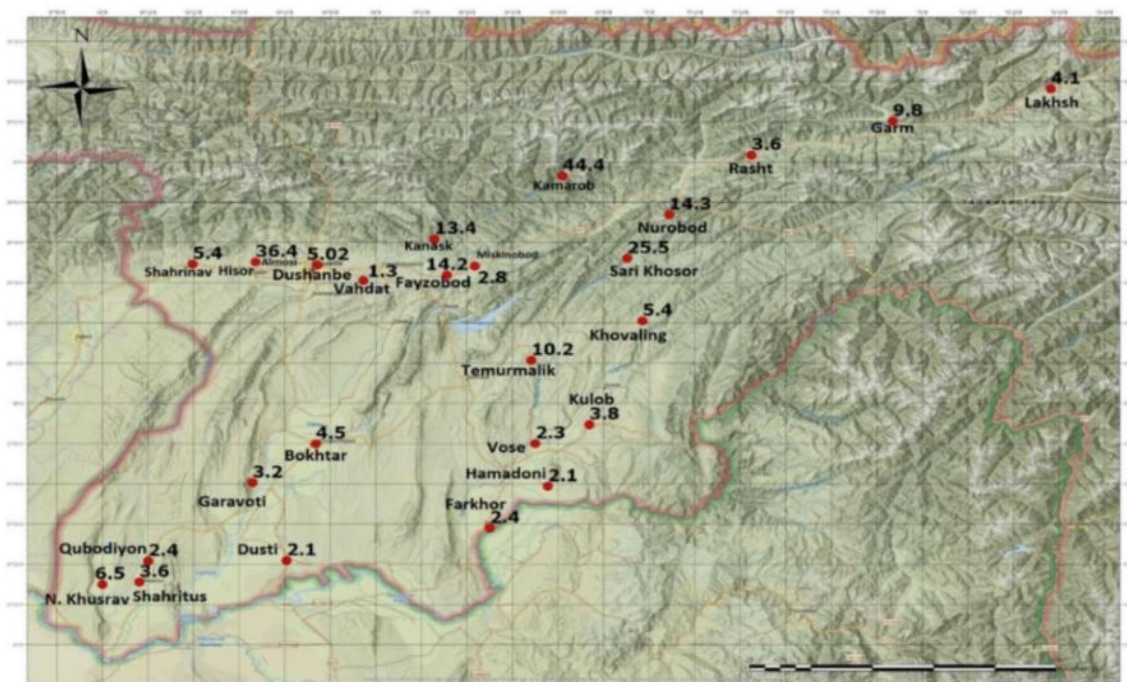


Рисунок 3 – Карта усреднённых значений содержания цезия-137 в почвах центральной и южной частей Таджикистана (в Бк/кг)

На основании сравнений результатов измерений выявлены основные закономерности и характер пространственного распределения цезия-137 в почвенном покрове Таджикистана. Результаты по средней УА цезия-137 в почвах северных, центральных, южных и юго-восточных районов Таджикистана приведены на рис. 4.

Из гистограммы рис. 4 видно, что распределение цезия-137 в районах Таджикистана разное. Максимальная средняя УА цезия-137 наблюдается в почвах гористой местности районов Раштской зоны и территории Сари Хосора (юго-восточная часть Таджикистана), Хонако в зоне ущелья Алмасы (центральный Таджикистан), а также на территории в южной части Кураминского хребта (северный Таджикистан). В результате атмосферных осадков и песчаной мглы, так называемого «Афганца», идущих со стороны юга и юго-востока, цезий-137 оседает на вершинах гор, и за счёт водной и ветровой эрозии и селевых потоков накапливается у их подножия, о чём свидетельствуют высокие показатели УА в пробах, отобранных у подножия гор [3, 4].

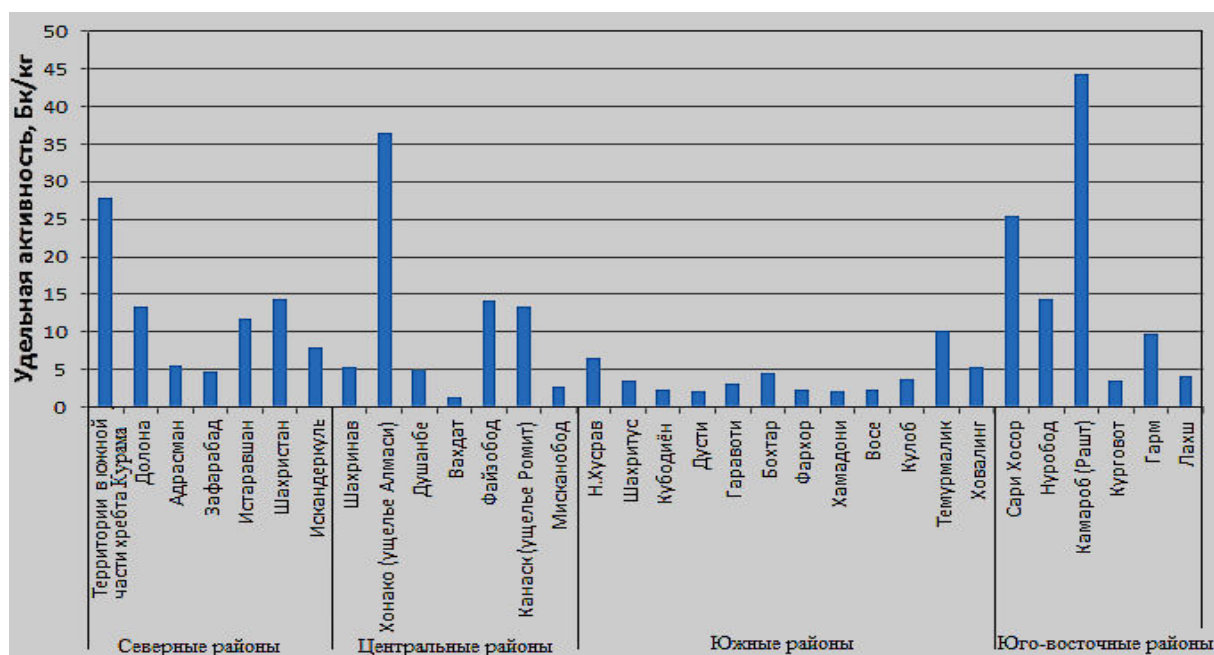


Рисунок 4 – Гистограмма распределения цезия-137 в почвенном покрове различных территорий Таджикистана

Максимальное значение УА цезия-137 наблюдается в местности Камароб Раштского района, которое составляет 147.5 Бк/кг (юго-восток), а среднее значение в этом районе составляет 44.4 Бк/кг. Минимальное значение средней УА цезия-137 отмечено в городе Вахдат, которое составило 1.3 Бк/кг [4]. Возможно это связано с тем, что Вахдат находится на более низком уровне, чем остальные районы.

На рис. 5. приведён энергетический спектр гамма-излучения содержания радионуклидов в пробе почвы, отобранной в «Камароб».

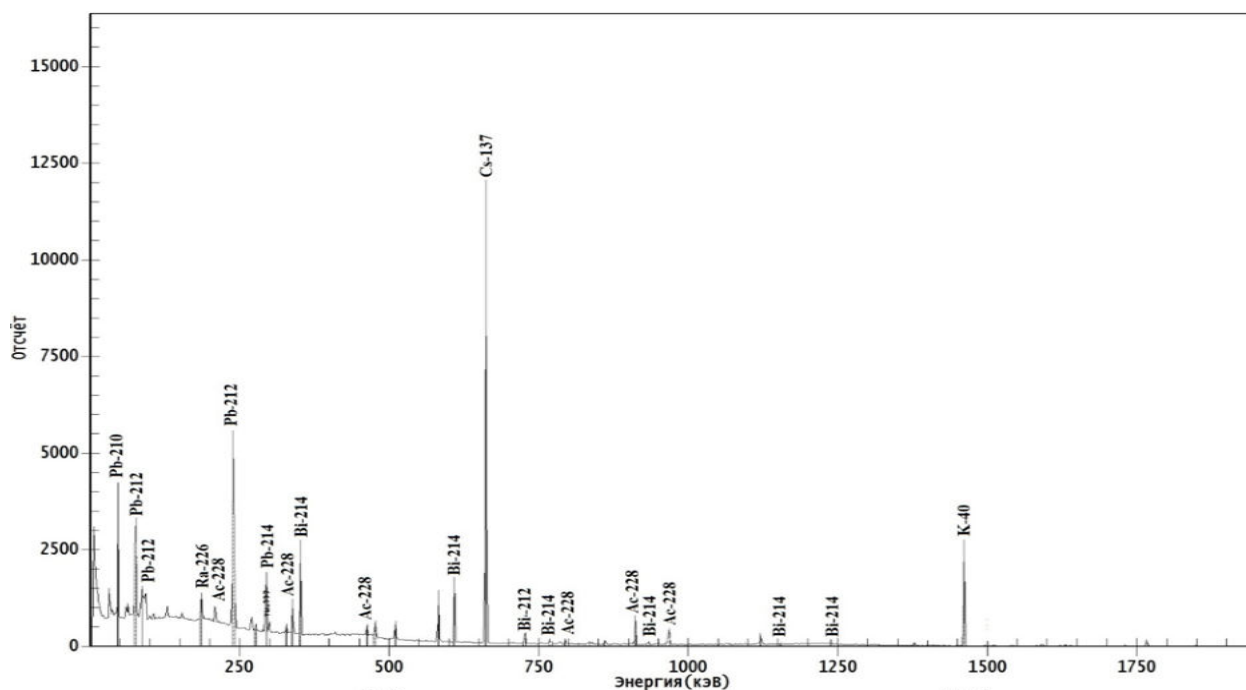


Рисунок 5 – Спектр гамма-излучения образца пробы почвы «Камароб»

Из приведённого спектра гамма-излучения видно, что высота пика полного поглощения цезия-137 с энергией 661 кэВ значительно выше по сравнению с природными радионуклидами семейства U-235, U-238, Th-232 и K-40. Предполагается, что концентрация радионуклида цезия-137 в данной местности связана с геологическими особенностями ущелья, окружённого высокими скалистыми лесисто-луговыми горными массивами, которое имеет замкнутую форму протяжённостью более 35 км в длину с единственным узким проходом, что способствует практически полному осаждению радионуклидов, мигрирующих в составе пылевых бурь и аэрозольных осадков, которые характерны для всех горных массивов Таджикистана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошников, А. Ю. Радиационное и латеральное распределение цезия-137 в почвах фоновых ландшафтов степей юга западной Сибири / А. Ю. Мирошников, И. Н. Семенов, А. А. Усачева, А. В. Дергачева // Фундаментальные исследования. – 2014. - № 12. - С. 547-551.
2. Национальная Программа по борьбе с опустыниванием в Таджикистане. - Душанбе, 2000. – 184 с.
3. Муминов, С. В. Содержание цезия-137 в почвенном покрове Центрального и Южного Таджикистана / С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2021. - Т. 14. - № 2. – С. 66-71.
4. Мирсаидов, У. М. Сравнительная оценка распределения ^{137}Cs в почвенном покрове на территории Таджикистана / У. М. Мирсаидов, М. З. Ахмедов, Х. М. Назаров [и др.] // Радиация и риск. – 2023. - Т. 32. - № 4. - С. 24-34.

МОНИТОРИНГ РАДОНА НА ТЕРРИТОРИИ ТАДЖИКИСТАН RADON MONITORING IN TAJIKISTAN

**И. Мирсаидзода, С. В. Муминов,
С. Рахматшоев, М. А. Зоитова, У. М. Мирсаидов**
I. Mirsaidzoda, S. V. Muminov, S. Rakhmatshoev, M. A. Zoitova, U. M. Mirsaidov

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
Национальной академии Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан,
ulmas2005@mail.ru*

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety & Security Agency
of the National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan*

В статье приведены результаты измерения концентрации радона на территории Таджикистана. Было проведено исследование концентрации радона в жилых домах, зданиях дошкольных и школьных учреждений, а также вокруг урановых хвостохранилищ. Интегральным методом измерялись объемная активность радона с использованием трековых экспозиметров. Измерение осуществлялось в течение трех месяцев отопительного и трех месяцев теплого периода года. В ходе исследования были обследованы более 750 точек на территории республики Таджикистан. Представлены результаты расчета эквивалентной равновесной объемной активности радона в помещениях на разных этажах в отопительный и теплый периоды года.

The article presents the results of radon concentration measurements on the territory of Tajikistan. The radon concentration has been measured in the residential buildings, preschool and school buildings, as well as around uranium tailings dumps. The volumetric activity of radon has been measured by means of integral method using the track exposure meters. The measurements were carried out during three months of heating period and three months of warm period of the year. During the study, more than 750 points were studied on the territory of the Republic of Tajikistan. The results of equivalent equilibrium volumetric activity measurements of radon in rooms on different floors during the heating and warm periods of the year are considered.

Keywords: radon, volumetric activity, internal radiation dose, track detectors.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-2-194-197>

Ключевые слова: радон, объемная активность, внутренняя доза облучения, трековые детекторы.

Известно, что основной вклад в дозу облучения населения создают природные источники ионизирующего излучения - гамма-излучение грунта, космические излучения и, главным образом, радон [1], поэтому особую значимость приобретает контроль уровней облучения населения в помещениях т. к. облучение человека радоном происходит, в основном, в помещениях. Содержание радона в воздухе помещений зависит от его содержания в почве и подстилающих породах, их эманлирующей способности, климатических условий конструкции зданий и системы их вентиляции и кратностью воздухообмена в помещении. Концентрации и потоки радона крайне неравномерны, они изменяются в очень широких пределах для различных регионов и видов зданий. По оценке Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) индивидуальная суммарная доза облучения варьирует от 0,5 до 100 от модального значения дозы, причем она превышает не только предел дозы для ограниченной части населения от искусственных источников ионизирующих излучений, но и может превышать предел дозы для профессионалов (20 мЗв/год) [2].