

Виктор Петрович Гребенщиков

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, заведующий кафедрой физической географии, геологии и землеустройства естественно-географического факультета, доцент, кандидат геолого-минералогических наук, Тирасполь, Республика Молдова, E-mail: grebenshchikov6815-2@uoel.uk

Наталья Владимировна Гребенщикова

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, кафедра физической географии, геологии и землеустройства естественно-географического факультета, доцент, Тирасполь, Республика Молдова.

Иван Петрович Капитальчук

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, кафедра физической географии, геологии и землеустройства естественно-географического факультета, доцент, Тирасполь, Республика Молдова.

Инженерно-геологическое районирование территории города Бендеры

Аннотация. Землетрясения являются одной из главных опасностей глобального масштаба. Территория города Бендеры попадает в зону с сейсмичностью 7 баллов, что определяет необходимость инженерно-геологического районирования территории города. В данной статье представлены результаты инженерно-геологического районирования города Бендеры, послужившие основой для сейсмического микрорайонирования его территории. Авторами были выполнены сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет, маршрутные наблюдения, обобщение сведений по инженерно-геологическим условиям территории, составление карты инженерно-геологического районирования. Инженерно-геологическое районирование рассматривалось как один из методов систематизации знаний об инженерно-геологических условиях территории города, оценки их однородности и сложности, а именно: выявление в сложной и многосторонней геологической среде, на основе совокупности теоретических положений и методических приемов, системы территориальных единиц (районов и подрайонов), обладающих какими-либо общими инженерно-геологическими признаками, их систематизация, картографирование и описание. В ходе исследования авторами было выделено четыре инженерно-геологических района территории г. Бендеры. Приведено краткое описание основных особенностей инженерно-геологических районов и подрайонов. Сделаны выводы о благоприятности инженерно-геологических условий территории г. Бендеры для наземного строительства.

Ключевые слова: сейсмическое районирование, район, подрайон, свойства грунтов, строительство.

Viktor P. Grebenshchikov

T.G. Shevchenko Transnistrian State University, Head of the Department of Physical Geography, Geology and Land Management of the Faculty of Natural Geography, Associate Professor, PhD, Tiraspol, Republic of Moldova. E-mail: grebenshchikov6815-2@uoel.uk

Natalia V. Grebenshchikova

T.G. Shevchenko Transnistrian State University, Department of Physical Geography, Geology and Land Management of the Faculty of Natural Geography, Associate Professor, Tiraspol, Republic of Moldova.

Ivan P. Kapitalchuk

T.G. Shevchenko Transnistrian State University, Department of Physical Geography, Geology and Land Management of the Faculty of Natural Geography, Associate Professor, Tiraspol, Republic of Moldova.

Engineering and geological zoning of the territory of the city of Bendery

Abstract. Earthquakes are one of the main dangers on a global scale. The territory of the city of Bendery falls into a zone with a seismicity of 7 points, which determines the need for engineering and geological zoning of the city's territory. This article presents the results of engineering and geological zoning of the city of Bendery, which served as the basis for seismic micro-zoning of its territory. The authors carried out the collection and processing of survey materials from previous years, route observations, generalization of information on the engineering and geological conditions of the territory, drawing up a map of engineering and geological zoning. Engineering-geological zoning was considered as one of the methods of systematization of knowledge about the engineering-geological conditions of the city territory, assessment of their homogeneity and complexity, namely: identification in a complex and multilateral geological environment, based on a set of theoretical provisions and methodological techniques, a system of territorial units (districts and subdistricts) that have any common engineering-geological features, their systematization, mapping and description. In the course of the study, the authors identified four engineering-geological areas of the territory of the city of Bendery. A brief description of the main features of engineering-geological areas and subdistricts is given. Conclusions are made about the favorable engineering and geological conditions of the territory of Bendery for ground construction.

Keywords: seismic zoning, district, subdistrict, soil properties, construction.

ВВЕДЕНИЕ

Среди катастрофических природных явлений землетрясения оценивают, как одну из главных опасностей глобального масштаба. Для г. Бендеры проблема сейсмической безопасности особенно актуальна, так как территория города попадает в зону с сейсмичностью 7 баллов, как по карте ОСР-78, так и по новым картам сейсмического районирования Молдовы [1]. В сложившейся ситуации для предотвращения и снижения гибели людей и материального ущерба при землетрясениях наиболее эффективным является широкое внедрение антисейсмических мероприятий в проектировании и строительстве.

Сейсмическое районирование любой территории базируется на детальном и комплексном изучении структуры земной коры, современной геодинамики, региональной сейсмичности, сейсмотектоники, инженерной геологии региона. Региональная инженерная геология изучает закономерности формирования и распространения инженерно-геологических условий (ИГУ) [2; 3]. Под инженерно-геологическими условиями территории понимают совокупность геологических факторов, определяющих условия инженерно-хозяйственного освоения территории. Итогом инженерно-геологических изысканий являются карты инженерно-геологических условий и инженерно-геологического районирования.

Исследования по сейсмическому микрорайонированию территории города Бендеры проводились поэтапно с 2008 по 2012 г. сотрудниками научно-исследовательской лаборатории «Геоэкология» Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко под руководством доктора геолого-минералогических наук Л.Ф. Романова. В рамках работ по сейсмическому микрорайонированию города Бендеры были выполнены инженерно-геологические исследования, направленные на получение комплекса данных об инженерно-геологических условиях территории города, включая геологическое и геоморфологическое строение, литологический состав, физико-механические свойства грунтов, положение уровня грунтовых вод, неблагоприятные физико-геологические процессы и явления.

Объектом данного исследования при проведении инженерно-геологического районирования выступает геологическая среда г. Бендеры – верхние горизонты земной коры, исследуемые в специальном инженерно-геологическом отношении. Предметом изучения выступают компоненты геологической среды (рельеф, грунтовые условия, гидрогеология, геологические процессы), их взаимосвязь, изменчивость в пространстве. Анализ и сопоставление этих компонентов позволили произвести деление исследуемой территории на территориальные (инженерно-геологические) единицы – районы и подрайоны. Процесс выделения территориальных единиц представляет собой логическую операцию, основанную

на всестороннем изучении подлежащей районированию территории, выявлении важнейших признаков, свойственных отдельным частям.

Инженерно-геологическое районирование территории – это модель, отражающая последовательное деление территории на соподчиненные части (территориальные единицы), характеризующиеся все более высокой степенью однородности по инженерно-геологическим условиям. Инженерно-геологическое районирование охватывает приповерхностную зону земной коры на глубину, отвечающую интересам отдельных видов инженерной деятельности, а выделяемые территориальные единицы представляют собой сложнопостроенные геологические тела (массивы пород) с содержащимися в них подземными водами, газами и сформировавшимися в их пределах физическими полями (гравитационным, геотермическим, электромагнитным и др.) [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В соответствии с методикой проведения инженерно-геологических исследований были выполнены следующие виды работ: сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; маршрутные наблюдения; обобщение сведений по инженерно-геологическим условиям территории; составление карты инженерно-геологического районирования. Электронный вариант схематической карты инженерно-геологического районирования выполнен совместно с НПЦ «Мониторинг» (г. Бендеры), на основе ГИС-технологий в виде отдельных слоев, накладываемых на карту застройки города. Все работы проводились согласно действующим нормативным документам [5–9]. В дополнение к приведенному выше перечню нормативных документов в некоторых случаях использовались методические подходы, изложенные в научных публикациях [2–4; 10–14].

Инженерно-геологические условия территории города Бендеры достаточно хорошо изучены, поэтому для их анализа использовались фондовые материалы предшествующих исследований [15–22] и литературные источники, приведенные в библиографическом списке, дополнительно также использовались данные по инженерно-геологическим изысканиям, проводившимся при застройке города. Поставленные в рамках инженерно-геологического районирования задачи решались с использованием полевых, лабораторных и камеральных методов, картографического метода, группы специальных геологических и геоморфологических методов исследования. Полевые методы применялись в основном в рамках контрольно-рекогносцировочных наземных изысканий. Такие работы носили выборочный характер и проводились на ключевых участках с целью уточнения материалов, полученных в ходе лабораторно-камеральных работ. Использование морфометрического метода позволило камеральным путем по косвенным признакам обособлять территории, отвечающие опре-

деленным тектоническим структурам.

Изучение внешних особенностей строения ландшафта осуществлялось также с использованием метода дешифрирования космоснимков. С помощью этого метода выявлены линейные и кольцевые тектонические структуры, которые проходят через территорию г. Бендеры – Мраморно-морско-Ладожский линеамент и Бендерская положительная кольцевая министрuctура. При изучении морфоскульптурных особенностей территории использован метод изучения строения речных долин, тенденций смещения русел и неравномерности строения аллювиальных толщ. В данных исследованиях достаточно широкое применение получил палеогеографический метод исследования, позволяющий более детально и обоснованно охарактеризовать геоморфологические элементы и инженерно-геологические комплексы. Использование вышеперечисленного комплекса методов позволило подойти к выделению территориальных единиц инженерно-геологического районирования с использованием метода сопоставительного анализа по структурно-геологическим, литолого-фациальным, геоморфологическим, сейсмическим и гидрогеологическим особенностям, а также физико-геологическим явлениям и процессам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Каждая территория неоднородна по своим инженерно-геологическим условиям. Она состоит из участков, которые хотя и связаны между собой общей историей геологического развития, но обладают специфическими особенностями, что вызывает необходимость районирования. В ходе инженерно-геологического районирования выявляют систему территориальных элементов, обладающих какими-либо общими инженерно-геологическими признаками, ограничивают их от территорий, не обладающих этими признаками, систематизируют, картографируют и описывают их [9; 18].

Руководствуясь нормативными документами и научными публикациями методического характера [2–14], а также применяя принципы инженерно-геологического районирования, разработанные И.В. Поповым [23], который предложил выделять в качестве самостоятельных таксономических единиц инженерно-геологические регионы, области, районы и подрайоны разного порядка, авторами на схематической карте инженерно-геологического районирования территории города Бендеры выделено четыре инженерно-геологических района (рис. 1).

Выделение этих единиц районирования осуществлялось путем последовательного сопоставления ряда признаков – структурно-тектонического, литологического, геоморфологического, физико-механических свойств грунтов, с учетом характера современных геологических процессов и гидрогеологических условий. При этом учитывались логические правила инженерно-геологического райониро-

вания: определение таксономических единиц и их иерархию проводить применительно к масштабу составляемой карты; границы между выделенными единицами должны проводиться по определенному классификационному признаку; выделенные комплексы должны относиться к одному порядку.

В пределах инженерно-геологических районов отмечается однообразие геологического и геоморфологического строения, одинаковая последовательность залегания горных пород. Инженерно-геологические подрайоны выделены по изменению мощности и литологического состава осадков, с учетом геоморфологического и гидрогеологического фактора, степени проявления современных и древних геологических процессов (табл. 1) [15–22]. Обобщенные показатели физико-механических свойств грунтов, приведенные в [21], авторами тщательно проанализированы и учтены при выделении территориальных единиц. Ниже приводится краткое описание основных особенностей инженерно-геологических районов и подрайонов.

Район I. Район расположен в пределах распространения высокой поймы, I надпойменной террасы р. Днестр, а также долин ручьев. Это наиболее молодые антропогенные образования в районе г. Бендеры. Высокая пойма р. Днестр распространена неравномерно вдоль берега реки шириной от 100 до 600 м. Отложения поймы представлены глинисто-алевритовыми песками, глинистыми алевритами и суглинками, перекрытыми современной пойменно-луговой почвой. Мощность пойменных образований до 3 м. I надпойменная терраса р. Днестр в пределах города не получила сплошного распространения и на некоторых участках прерывается. В районе Липкан ее длина 2,9 км при ширине 200–470 м, предместье Кавказ – длина 1,8 км, а максимальная ширина 580 м. На остальных участках ширина первой террасы не превышает 60 м. Цоколь первой террасы представлен известняками и глинами среднего сармата и расположен всегда ниже уреза воды. На южной окраине г. Бендеры подошва террасы расположена на абсолютной отметке – 7,0 м. Общая мощность аллювия I террасы – 5,0–7,0 м. Район I относится к территориям, подверженным периодическому затоплению, и характеризуется близким залеганием уровня грунтовых вод. Район I представлен подрайонами: I-1 и I-2.

Подрайон I-1. Высокая пойма р. Днестр и I надпойменная терраса, которая протягивается прерывистой, как правило, узкой полосой вдоль правого берега Днестра, местами образует более широкие участки. Такими являются:

1) участок поймы, расположенный в северной части территории, ограниченный с запада песчаным карьером в с. Варница;

2) участок, расположенный между пристанью в с. Варница и железнодорожным мостом через р. Днестр;

3) участок, протянувшийся от пер. Первомайский до мясокомбината;

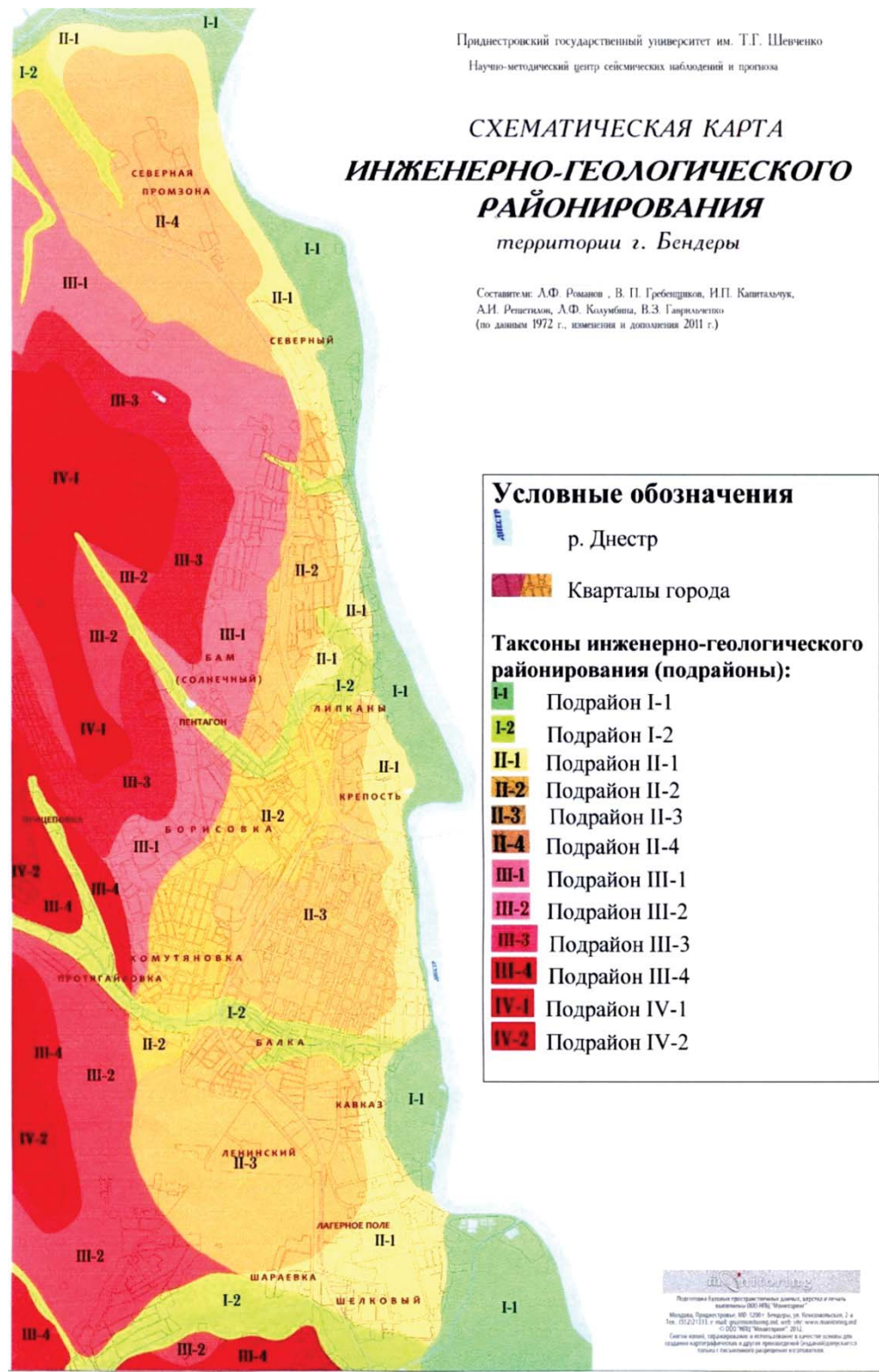


Рис. 1. Схематическая карта инженерно-геологического районирования территории г. Бендеры
 Источник: [19]

Таблица 1

Характеристика ИГУ подрайонов, выделенных по геолого-геоморфологическим и гидрогеологическим факторам
Источник: [15–22]

Индекс района	Индекс подрайона	Геоморфологический элемент	Первый инженерно-геологический комплекс	Второй инженерно-геологический комплекс	Уровень грунтовых вод
I	I-1	Высокая пойма и I надпойменная терраса р. Днестр	Суглинки, глины с прослойками мелкозернистого песка, песок мелкозернистый, водонасыщенный. Мощность (М.) – от 5,0 до 15,0 м	Известняки среднего сармата	От 0,2 до 5,0 м
	I-2	Долины ручьев и балок	Суглинки с прослоями песка, супеси и глинистые пески. М. – от 6,0 до 9,0 м	Глины и известняки среднего сармата	От 0,2 до 3,5 м
II	II-1	II и IV надпойменные террасы р. Днестр	Лессовидные суглинки, М. – от 1,5 до 10,5 м., с незначительной просадочной толщей, грунты II и I типа, М. – до 5,0 м. М. аллювиальных отложений от 6,5 до 12,5 м	Известняки и глины среднего сармата	От 4,0 до 25,0 м
	II-2	II и IV надпойменные террасы р. Днестр	Просадочные грунты (II и I типа), М. – 5,0-12,5 м. Ритмичное залегание лессовых горизонтов и ископаемых почв, М. – 5,5-16,5 м., на аллювиальных отложениях, М. – от 5,0 до 25,0 м.	Известняки среднего сармата	От 10,0 до 25,0 м
	II-3	II и IV надпойменные террасы р. Днестр	Лессы и палеопочвы. Просадочные грунты (II тип), М. просадочной толщи от 5,0 до 20,0 м. М. аллювиальных отложений от 6,0 до 11,0 м	Известняки среднего сармата	От 10,0 до 25,0 м
	II-4	II и IV надпойменные террасы р. Днестр	Эолово-делювиальная толща с палеопочвами, М. – 12,0-30,0 м. М. аллювиальных отложений от 5,0 до 13,0 м	Известняки среднего сармата	От 10,0 до 25,0 м
III	III-1	Эрозионный склон	Просадочные грунты I и II типа. Делювиальные лессовидные суглинки., М. – от 0,5 до 16,0 м	Глины среднего сармата	Более 8,0 м
	III-2	VIII надпойменная терраса р. Днестр	Лессовые делювиальные суглинки, залегающие на песчано-глинистых отложениях., М. – до 12,0 м. М. аллювиальной толщи – до 7,0 м	Глины среднего сармата	От 4,0 до 8,0 м
	III-3	Эрозионный склон	Элювиальные тяжелые суглинки, М. – 0,5-8,0 м	Глины верхнего сармата	Более 8,0 м
	III-4	Эрозионный склон	Плотные суглинки, М. – 1,5-8,0 м	Глины среднего сармата	Более 8,0 м
IV	IV-1	Водораздельное пространство	Лессовидные суглинки, М. – от 1,5 до 9,0 м. Нелессовидные суглинки, М. – 5,0-10,0 м. Пески, М. – от 4,0 до 15,0 м	Глины верхнего сармата	Более 8,0 м
	IV-2	Водораздельное пространство	Элювиальные нелессовидные суглинки, М. – от 0,5 до 9,0 м	Глины верхнего сармата	Более 8,0 м

4) участок от пер. Кицканский до южной окраины территории города.

На варницком участке высокая пойма р. Днестр сложена следующими породами (сверху вниз): 1) суглинки землисто-серые, бурые илистые, тугопластичные с прослойками и гнездами желто-бурого мелкозернистого песка, с большим количеством растительных остатков,низу мягкопластичные, мощностью 3,3 м; 2) глина желтовато-бурая песчаная с прослойками мелкозернистого песка, текучепластичная, мощностью 0,5 м; 3) песок серовато-желтый мелкозернистый, пылеватый, водонасыщенный. Мощность вскрытия 8,0 м.

На участке, расположенном к югу от варницкой пристани до моста через р. Днестр, разрез почти аналогичен: сверху залегают илистые буровато-черные и желтовато-бурые суглинки полутвердой консистенции, песчаные, мощностью 1,8 м, подстилаемые слоем желтого среднезернистого песка, влажного, а с глубины 7,0 м водонасыщенного, вскрытой мощностью 5,5 м. Коренными породами для этого участка являются среднесарматские известняки, залегающие на глубине от 0,5 до 20,0 м. На участке, расположенном от пер. Первомайский до мясокомбината, к востоку от ул. Садовой, верхний слой также представлен глинистыми темно-серыми и желто-серыми плотными суглинками, мощностью 4,5 м с прослоем темно-серого мелкозернистого песка (0,4 м). Вода на глубине 5,0 м.

В северной части участка мощность (скв. – 41-Г) илистых отложений составляет 3,0 м, и залегают они на глинах среднего сармата, мощностью 7,0 м, подстилаемые детритусовыми известняками того же возраста [15, 20]. Участок, расположенный на юго-восточной окраине территории, литологически охарактеризован только в его северо-западной части, где было пробурено несколько скважин. Здесь поверхностные отложения представлены илистыми суглинками, супесями, редко глинами общей мощностью от 0,5 до 3,0 м, залегающими на мелкозернистых водонасыщенных песках с гравием или супесях, вскрытая мощность которых до 5,0 м, иногда разрез весь представлен суглинками, в верхней части илистыми, общей мощностью до 7,0 м. Подстиляется вся толща пойменного аллювия известняками среднего сармата, местами над известняками сохранились линзы синевато-зеленых глин среднесарматского возраста (верхний горизонт). Грунтовые воды на участке залегают близко к поверхности – от 0,2 до 4,5 м.

Подрайон I-2. Долины ручьев и балок пересекают территорию города в основном с северо-запада на юго-восток. Ручей Кишиневский протекает в северной части г. Бендеры. Его протяженность около 6 км. В северо-западном участке ручей приурочен к зоне тектонического нарушения. Борта крутые, врез глубокий и колеблется от 15,0 до 25,0 м. На широтном участке борта долины пологие, врез незначительный – 3,0–5,0 м. Тектонические нарушения (зоны разломов) хорошо подчеркнуты колее-

образным изменением направления течения ручья.

Ручей Гырбовецкий дренирует II надпойменную террасу р. Днестр. Ширина долины 150–300 м, борта пологие, врез незначительный 2,0–5,0 м. Ручей Гыска имеет ассиметричную долину. Правый борт – крутой, левый – пологий. Днище долины широкое (500–600 м) и представляет собой пойму ручья. Горизонт грунтовых вод в балочном аллювии выделен в пойме ручья Гыска, в днищах балок ручьев Кишиневский, Гырбовецкий и др. Грунтовые воды здесь вскрыты на глубинах 0,2–3,5 м. Водовмещающими породами здесь служат плотные суглинки с прослоями песка, супеси и глинистые пески мощностью 6–9 м. По склонам балок уровень грунтовых вод 4–8 м. Водовмещающими породами являются аллювиальные и аллювиально-делювиальные суглинки и песчано-гравийные отложения. Водоупором служат отложения среднего сармата, сложенные в основном глинами и реже известняками.

Район II. Район расположен в пределах распространения низких надпойменных террас (II и IV) р. Днестр и протягивается широкой полосой (максимальная ширина до 3,5 км) по всей территории города с севера на юг. По геоморфологическому и геологическому строению район довольно однородный и отличается от других районов по литологическому строению. Первый инженерно-геологический комплекс пород, т. е. поверхностные отложения представлены двумя резко отличающимися по составу слоями: верхний – это лессовидные суглинки и супеси и нижний – аллювиальные отложения II и IV надпойменных террас р. Днестр (чередование суглинков, супесей, глин, песков с гравием). Второй инженерно-геологический комплекс – коренные породы представлены известняками (в меньшей степени песками и глинами) среднесарматского возраста, являющимися цоколем II и IV террас.

Поверхность района ровная, полого наклонена в сторону р. Днестр и прорезается двумя длинными и другими более мелкими ручьями. Интенсивные физико-геологические процессы отсутствуют, имеет место лишь слабая плоскостная эрозия. Грунтовые воды в пределах района залегают в основном глубоко, имеются лишь небольшие участки с залеганием грунтовых вод менее 4,0 м в пределах подрайона II-1. В пределах района II широко развиты просадочные грунты, и в силу разнообразия инженерно-геологических условий для строительства в данном районе выделяются два подрайона (II-1 и II-2).

Подрайон II-1 охватывает площади распространения лессовых пород с незначительной мощностью просадочной толщи (до 5,0 м). Один участок этого подрайона окаймляет II и IV террасы с востока и протягивается узкой полосой вдоль Днестра с севера на юг. Второй участок также образует полосу шириной до 1 км, ограничивающую вторую террасу с запада, преимущественно распространен между ручьями Гырбовецким и Кишиневским. Верхняя часть первого инженерно-геологического комплекса подрайона II-1 представлена лессовидными

Обобщенные показатели физико-механических свойств и их основные статистические характеристики для лессовидных суглинков подрайона II-1
Источник: [21]

№п/п	Физико-механические свойства грунтов	X min	Xmax	Xсред.	σ	V	N
1	Естественная влажность %	3,2	20,5	13,8	4,10	29,5	61
2	Объемный вес грунта, г/см ³	1,51	1,88	1,64	0,08	4,5	62
3	Объемный вес скелета, г/см ³	1,26	1,75	1,47	0,10	6,6	62
4	Удельный вес, г/см ³	2,58	2,73	2,66	0,03	1,2	62
5	Пористость %	32,4	53,5	44,8	3,7	8,2	62
6	Коэф. пористости	0,520	1,150	0,827	0,12	14,8	62
7	Верхний пред. пластичности %	24	38	31	3,23	10,5	59
8	Нижний пред. пластичности %	17	25	20	2,2	11,0	59
9	Число пластичности	6	16	10	4,2	41,0	58
10	Степень влажности	0,14	0,61	0,4	0,15	37,2	53
11	Коэффициент относительной просадочности	0,005	1,107	0,047	0,03	54,7	40
12	Коэффициент сжимаемости см ² /кг	0,010	0,038	0,023	0,01	35,8	11

суглинками, обобщенные показатели физико-механических свойств и основные статистические характеристики которых приведены в таблице 2 [21].

Подрайон II-2 занимает площади с развитием просадочных грунтов (I тип), мощность которых более 5,0 м. Другой отличительной особенностью подрайона является строение покровных отложений. Лессовая толща имеет ритмичное сложение – светлоокрашенные лессовые горизонты чередуются с темноокрашенными горизонтами погребенных почв. Лессовая толща залегают на аллювиальных отложениях разных по возрасту и строению террас. Строение лессовой толщи также различно на этих двух элементах рельефа. Все это в совокупности послужило критерием для выделения в данном подрайоне двух участков.

Подрайон II-3 занимает площади с развитием просадочных грунтов (II тип), мощность просадочной толщи от 5,0 до 20 м. Глубина грунтовых вод 10–25 м.

Подрайон II-4 в верхней части разреза представлен олово-делювиальной толщей с тремя горизонтами ископаемых почв, мощность – 12–30 м. Толща залегают на аллювии IV террасы, мощностью 5–13 м.

Район III простирается с севера на юг по всей территории города и окаймляет с запада район II. В геоморфологическом отношении район представляет собой эрозионный склон, расположенный в гипсометрическом плане выше II и IV надпойменных террас до верхней части водораздела. Поверхность склона часто эродирована, прорезана овражками и ручьями – Гырбовецким и Кишиневским и наклонена в сторону р. Днестр под углом 4–6°. В геологическом строении района III принимают участие лессовые делювиальные породы, залегающие на песках и глинах среднего и верхнего сармата. На участках распространения VIII надпойменной террасы под лессовидными суглинками залегают аллювиальные отложения – пески, глины,

алевриты и пески с гравием. По литологическому составу пород в данном районе выделяются 4 подрайона: III-1, III-2, III-3, III-4.

Подрайон III-1. Здесь различаются два участка, несколько отличающиеся по гидрогеологическим условиям и по составу привнесенного делювиального материала. Просадочные грунты I типа. Поверхностные отложения представлены делювиальными лессовидными суглинками, мощность которых от 0,5 до 16,0 м. Грунтовые воды в основном залегают на глубине более 8,0 м, на отдельных участках, где водоупор залегают близко к поверхности, глубина залегания грунтовых вод менее 4,0 м.

Подрайон III-2. Занимает площадь распространения VIII плиоценовой террасы и состоит из двух участков: южный, расположенный между ручьями Гырбовецким и Кишиневским, и северный, расположенный к северу от Кишиневского ручья. Подрайон расположен на том же склоне, что и подрайон III-1, но наличие террасовых песчано-глинистых отложений, залегающих в основании толщи четвертичных отложений, вызывает необходимость выделить данную территорию в отдельный подрайон.

Подрайон III-3. Представляет собой часть эрозионного склона, на котором отсутствуют лессовые породы. Грунты просадочные I типа. Большая крутизна склона, наличие эрозионных и оползневых процессов. Местами элювий полностью размыт, и на поверхность выходят коренные породы. Глубина грунтовых вод – более 8,0 м.

Подрайон III-4. Представлен элювиальными плотными нелессовыми суглинками, мощность – 1,5–8,0 м, которые подстилаются глинами и песками среднего сармата. Глубина грунтовых вод более 8 м. Грунты непросадочные.

Район IV. Район IV занимает вершину водораздела, правобережной приподнятой (по сравнению с левобережной) территории Нижнеднестровской равнины. Эта геоморфологическая приуроченность в основном и предопределила инженерно-

геологические особенности района. В этом районе выделяется два подрайона: IV-1 и IV-2.

Подрайон IV-1 занимает вершину водораздела в северо-западной части города, где берет начало Кишиневский ручей. Поверхность подрайона выпуклая, местами ровная с пологими склонами крутизной до 2-3°. По своему геологическому строению подрайон однородный, и в его пределах участки не выделяются. Поверхностные отложения в данном подрайоне представлены довольно мощной толщей лессовидных суглинков, мощность которых на вершинах сохранилась до 9,0 м, а на склонах она уменьшается до 2,0–1,5 м. Суглинки темно-желтые, коричневато-палевые средние, макропористые с карбонатными включениями, иногда плотные и песчанистые. На вершине водораздела лессовидные суглинки залегают на плотных тяжелых нелессовидных суглинках красно-бурого или кирпично-красного цвета с большим количеством карбонатного материала, мощностью 5,0–10,0 м. На склонах водораздела непосредственно под лессовидными суглинками, а на вершине – под красно-бурыми суглинками, залегают пески светло-желтые, иногда желтовато-коричневые тонкозернистые, кварцево-слюдистые, редко с прослойками глин. Мощность песков 8,0–15,0 м – на вершине и 4,0–5,0 – на склонах.

Подрайон IV-2 занимает небольшие участки на юго-западной окраине территории города на вершинах водораздела. В геологическом строении подрайона принимают участие элювиальные нелессовидные суглинки, мощностью от 0,5 до 9,0 м, залегающие на глинах верхнесарматского возраста. На площади, расположенной на вершине водораздела, у верховья Гырбовецкого ручья, суглинки имеют значительную мощность (до 8,0–9,0 м), уменьшаясь к вершине водораздела. Суглинки данного участка светло-коричневые тяжелые, плотные, слабомакропористые с карбонатными стяжениями, в основании слоя темно-коричневые, постепенно переходящие в темно-коричневые глины с прослойками песков. На участке, расположенном южнее, элювиальные суглинки гораздо меньшей мощности – от 1,5–3,0 м на склоне до 0,0 на вершине. Суглинки серовато-желтые и зеленовато-желтые, тяжелые, комковатые, слабомакропористые с карбонатными включениями. Подстилаются элювиальные суглинки в данном подрайоне желто-серыми и желто-зелеными алевритистыми глинами балтской свиты.

Оба подрайона IV-1 и IV-2 благоприятны для строительства, поверхность ровная, грунты плотные, обладают хорошей несущей способностью. Грунтовые воды в пределах подрайонов отсутствуют или залегают очень глубоко, до 20 м не встречаются скважинами и на схематической карте глубины залегания первого от поверхности водоносного горизонта подрайоны IV-1 и IV-2 отнесены к гидрогеологической зоне с глубиной залегания грунтовых вод более 8 м.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований выявлено, что на большей части территории г. Бендеры инженерно-геологические условия благоприятны для любого наземного строительства и относительно однородны с точки зрения сейсмических свойств грунтов, обуславливающих проявление сейсмических эффектов на земной поверхности. Детальный анализ полученных результатов позволил выделить подрайоны для строительства, по своим инженерно-геологическим условиям отнесенные к категории благоприятных, условно благоприятных и неблагоприятных:

1) подрайоны I-1 и I-2 по инженерно-геологическим условиям для строительства являются условно благоприятными, так как расположены в зоне близкого залегания уровня грунтовых вод и подвержены периодическому затоплению и подтоплению;

2) подрайон II-1 по инженерно-геологическим условиям для строительства в целом является благоприятным, и только в зоне залегания грунтовых вод менее 4,0 м эту территорию следует отнести к условно благоприятным, так как для ее освоения потребуются специальные инженерные мероприятия в связи с понижением уровня грунтовых вод под фундаментами или устройством гидроизоляции фундаментов. Просадочные грунты II и I типа не являются препятствием для строительства, так как их мощность незначительна, и просадочность устраняется в процессе строительства прорезкой толщи фундаментами;

3) подрайон II-2 для строительства является условно благоприятным, так как наличие большой толщи просадочных грунтов II типа требует специальных мероприятий по устранению просадочности или водозащитных мероприятий для основания;

4) подрайон III-1 по своим инженерно-геологическим условиям благоприятен для строительства, кроме участков, сложенных просадочными грунтами, где потребуются специальные мероприятия для устранения просадочности, и участков с глубиной залегания грунтовых вод менее 4,0 м;

5) в пределах подрайона III-2 условия для строительства благоприятные. Основанием под фундаментами почти на всей территории являются лессовидные суглинки, малопросадочные с незначительной мощностью просадочной толщи, или аллювиальные плотные суглинки и алевритистые глины VIII террасы;

6) большая часть территории подрайона III-3 может быть отнесена к условно благоприятной для строительства, кроме южного участка, который является крайне неблагоприятным для строительства в связи с большой крутизной склона, наличием эрозионных и оползневых процессов;

7) в пределах подрайона III-4, IV-1 и IV-2 условия для строительства благоприятные. Специальных мероприятий для инженерного освоения данных подрайонов не требуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карта сейсмического районирования территории Республики Молдова (утверждена и применяется Приказом Министерства Строительства и Регионального развития РМ) // «Официальный Монитор». 2010, № 72–74. URL: <https://igs.asm.md/node/124>
2. Măndrescu N., Radulian M., Mărmureanu G. Site condition and predominant period of seismic motion in the Bucharest urban area // *Revue Roumaine de Géophysique*. 2004. No. 48. P. 37–48.
3. Măndrescu N., Radulian M., Mărmureanu G., Grecu B. Large Vrancea earthquakes and seismic microzonation of Bucharest // *Romanian Journal of Physics*. 2007. Vol. 52, Nos. 1–2. P. 171–188.
4. Mykolaenko O., Zhymov P., Sadoviy Y., Tomchenko O., Pidlisetska I. Assessment engineering geological zoning of Kalush city using ERS data for urban development // *Geoinformatics*. 2019. Vol. 2019. P. 13–16.
5. РСН 60-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Госстрой РСФСР. – Москва: МосЦТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1986. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854921.pdf>
6. СНиП-7-81*. Строительство в сейсмических районах. – Москва: ФГУП ЦПП, 2007. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854805.pdf>
7. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – Москва: ПНИИИС, 2005. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854928.pdf>
8. СП 11-105-97. Свод правил. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. – Москва: ПНИИИС Госстроя России, 2001. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007405>
9. СП 47.13330.2012. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 1102-96. – Москва: Минрегион России, 2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096789>
10. Пустовитенко А.А. Сейсмологические основы прогноза сейсмической опасности территории юга Украины. – Киев: Институт геофизики С.И. Субботина, 2008.
11. Пустовитенко Б.Г. Новые данные о степени сейсмической опасности территории Украины. Карты ОСР-2004 // Будівельні конструкції. 2006. Вип. 64. С. 20–27.
12. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Пустовитенко А.А. Новые данные о сейсмической опасности г. Одесса и Одесской области. URL: http://www.seism.org.ua/seism04-02_r.html
13. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12:2006 / ред. А.О. Луковская. – Киев: Минрегионстрой Украины, 2006.
14. Богдевич О.П., Исичко Е.С. Инженерно-геологическое районирование города Кахула // *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*. 2016. № 2. С. 52–59.
15. Гольденберг И.М., Билинкус Г.М. Отчет по результатам геолого-съемочных работ, проведенных на территории г. Бендеры масштаба 1:10000 для целей сейсмического микрорайонирования. – Кишинев: Наука, 1970.
16. Романов Л.Ф. Отчет о научно-исследовательской работе НИЛ «Геоэкология» за 2008 год. – Тирасполь: Наука, 2008.
17. Романов Л.Ф. Отчет о научно-исследовательской работе НИЛ «Геоэкология» за 2009 год. – Тирасполь: Наука, 2009.
18. Романов Л.Ф. Отчет о научно-исследовательской работе НИЛ «Геоэкология» за 2010 год. – Тирасполь: Наука, 2010.
19. Романов Л.Ф. Отчет о научно-исследовательской работе НИЛ «Геоэкология» за 2011 год. – Тирасполь: Наука, 2011.
20. Романов Л.Ф. Отчет о научно-исследовательской работе НИЛ «Геоэкология» за 2012 год. – Тирасполь: Наука, 2012.
21. Саянов В.С. Сейсмическое микрорайонирование территории г. Бендеры и промзоны Варница. Отчет лаборатории сейсмического микрорайонирования. – Кишинев: Наука, 1973.
22. Штеренберг Г.М. Отчет по поискам и детальным геолого-разведочным работам на Варницком месторождении пильных известняков. – Кишинев: ТГФ, 1958.
23. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М.: изд. Моск. ун-та, 1982.

REFERENCES

1. Map of seismic zoning of the territory of the Republic of Moldova (approved and applied by the Order of the Ministry of Construction and Regional Development of the Republic of Moldova). 2010. "Official Monitor", 72–74. <https://igs.asm.md/node/124>
2. Măndrescu, N., Radulian, M., Mărmureanu, G. 2004. Site condition and predominant period of seismic motion in the Bucharest urban area. *Revue Roumaine de Géophysique*, 48, 37–48.
3. Măndrescu, N., Radulian, M., Mărmureanu, G., Grecu, B. 2007. Large Vrancea earthquakes and seismic microzonation of Bucharest. *Romanian Journal of Physics*, 52(1–2), 171–188.
4. Mykolaenko, O., Zhymov, P., Sadoviy, Y., Tomchenko, O., Pidlisetska, I. 2019. Assessment engineering geological zoning of Kalush city using ERS data for urban development. *Geoinformatics*, 2019, 13–16.
5. Pustovitenko, A.A. 2008. Seismological foundations of seismic hazard forecast for the territory of southern Ukraine. Kyiv: S.I. Subbotin Institute of Geophysics.
6. RSN 60-86. 1986. Engineering surveys for construction. Seismic microzoning. Production standards. Gosstroy of the RSFSR. Moscow: MosCTISIZ Gosstroy of the RSFSR. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854921.pdf>
7. SNiPP-7-81*. 2007. Construction in seismic areas. Moscow: FGUPCPP. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854805.pdf>
8. SNiP 11-02-96. 1996. Engineering surveys for construction. Basic provisions. Moscow: PNIIS. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854928.pdf>
9. SP 11-105-97. 2001. Set of rules. Engineering and geological surveys for construction. Part II. Rules for the production of work in areas of development of hazardous geological and engineering-geological processes. Moscow: PNIIS of Gosstroy of Russia. <http://docs.cntd.ru/document/1200007405>
10. SP 47.13330.2012. 2012. Set of rules. Engineering surveys for construction. Basic provisions. Updated edition of SNiP 1102-96. Moscow: Minregion of Russia. <http://docs.cntd.ru/document/1200096789>
11. Pustovitenko, B.G. 2006. New data on the seismic hazard degree of the territory of Ukraine. OSR-2004 maps. Building Constructions, 64, 20–27.
12. Pustovitenko, B.G., Kulchickiy, V.E., Pustovitenko, A.A. New data on seismic hazard in Odessa and Odessa region. http://www.seism.org.ua/seism04-02_r.html
13. Lukovskaya, A.O. (Ed.). 2006. Construction in seismic regions of Ukraine: DBN B.1.1-12:2006. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
14. Bogdevich, O.P., Isichko, E.S. 2016. Engineering-geological zoning of the city of Kahula. *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*, 2, 52–59.
15. Goldenberg, I.M., Bilinkis, G.M. 1970. Report on the results of geological survey work carried out on the territory of Bendery at a scale of 1:10000 for the purposes of seismic microzoning. Kishinev: Nauka.
16. Romanov, L.F. 2008. Report on the research work of the Research Laboratory "Geoecology" for 2008. Tiraspol: Nauka.
17. Romanov, L.F. 2009. Report on the research work of the Research Laboratory "Geoecology" for 2009. Tiraspol: Nauka.
18. Romanov, L.F. 2010. Report on the research work of the Research Laboratory "Geoecology" for 2010. Tiraspol: Nauka.
19. Romanov, L.F. 2011. Report on the research work of the Research Laboratory "Geoecology" for 2011. Tiraspol: Nauka.
20. Romanov, L.F. 2012. Report on the research work of the Research Laboratory "Geoecology" for 2012. Tiraspol: Nauka.
21. Sayanov, V.S. 1973. Seismic microzoning of the territory of Bendery and industrial zone Varnitsa. Seismic zoning laboratory report. Kishinev: Nauka.
22. Shterenberg, G.M. 1958. Report on prospecting and detailed exploration work at the Varnitskoye sawn limestone deposit. Kishinev: TGF.
23. Sergeev, Ye.M. 1982. Engineering geology. Moscow: Moscow University Publishing House.