

References

1. **Belozerova T.I.** Rekultivatsiya zolootvalov teplovykh elektrostantsij v usloviyah Severa: dis... kand. teh. nauk: 25.00.36 – Geoekologiya. Arkhangel'sk, 2006. 157 s.
2. **Myazina V.I.** Ekologo-tehnologicheskaya otsenka zoloshlakovykh othodov teplovykh elektrostantsij vostochnogo Zabajkalya: avtoref. dis. ... kand. teh. nauk: Spetsialnost 25.00.36 – Geoekologiya. – Chita, 2004. – 24 s.
3. **Golovanov A.I., Zimin F.M., Smetanin V.I.** Rekultivatsiya narushennykh zemel. – SPb: Lan, 2015. – 336 s.
4. **Pakhnenko E.P.** Osadki stochnykh vod i drugie netraditsionnye udobreniya. – M.: Binom, 2017. – 311 s.
5. **Malyuhin D.M.** Ekologicheskie aspekty ispolzovaniya organogennykh substratov pri

rekultivatsii poligonov tverdykh kommunalnykh othodov: dis. ... kand. geogr. nauk: Spetsialnost 25.00.36 – Geoekologiya. – SPb, 2018. – 141 s.

6. **Chibrik T.S.** Osnovy biologicheskoy rekultivatsii. – Yekaterinburg: Uralsky gosudarstvenny universitet, 2002. – 172 s.

7. **Sergeeva I.V.** Fiziologiya rastenij s osnovami ekologii. – Saratov: Drofa, 2011. – 348 s.

The material was received at the editorial office
19.04.2019 г.

Information about the author

Mironov Alexandr Vyacheslavovich,
post graduate student IPREC SO RAS; 672014,
Zabaikalsky krai, Chita, ul. Nedorezova, 16a;
e-mail: fingertipspeople@gmail.com

УДК 502/504:624.131.31:581.93

DOI 10.34677/1997-6011/2019-4-34-40

С.С. СМЕЛОВА¹, М.С. ЗВЕРЬКОВ^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», г. Коломна, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельскохозяйственного водоснабжения «Радуга», г. Коломна, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ И ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Рассмотрена проблема развития склоновых процессов. Выполнено исследование геоботанической и геотехнической обстановки оползневого склона для разработки защитных мероприятий. Отмечается, что причинами развития оползня являются застройкой, нарушением естественной гидрогеологической обстановки, неконтролируемым сбросом ирригационных вод с застроенной территории в совокупности увеличили нагрузку (вес) грунтов и изменили их состояние, что также отразилось на растительных сообществах изучаемой территории. В задачи работы входило изучение состояния растительного покрова оползневого склона реки Оки, геологической и геотехнической обстановки, восстановление геологического и геоботанического профилей, выявление используемых способов защиты данного ландшафта. Отмечается, что в градостроительном плане для жилищного, промышленного и зеленого строительства территории с оползневой активностью считаются неблагоприятной. Причем наличие даже сравнительно небольших оползней на застраиваемом участке характеризует территорию в целом как неблагоприятную для строительства. Использование таких земель возможно после проведения соответствующих мероприятий по агролесомелиорации, укреплению оползневого склона, например, по организации стока поверхностных вод, искусственному закреплению грунтовых масс оползневого тела, созданию искусственных подпорных сооружений и др.

Растительный покров, оползни, экосистемы, геологические процессы, ландшафт, антропогенные факторы, геоботанический профиль, геосистема.

Введение. При любом виде антропогенной деятельности необходимо соблюдать общие принципы охраны окружающей

среды. Застроенная территория представляет собой антропогенный ландшафт, который чаще всего является сильно нарушенным,

поскольку в нем происходят количественные изменения компонентов геосистемы, приводящие к разрушению структуры ландшафта.

Для естественных ландшафтов характерна саморегуляция, обеспечивающая гомеостаз всей геосистемы. Превышение допустимого уровня антропогенного воздействия запускает механизм деградации всей системы, поскольку расходуется вся емкость ландшафта, то есть такая его способность, которая обеспечивает нормальную ресурсо- и средовоспроизводящую и информационную функции без отрицательных последствий на единицу площади [1]. Однако снижение антропогенной нагрузки на такую геосистему не вернет ее исходное или близкое к нему состояние. Поэтому для соблюдения интересов общества необходимы восстановление и охрана такого ландшафта.

Территория Коломны расположена на стыке Мещерской низменности, Заокской и Москворецко-Окской равнин. Последняя в районе городского округа со стороны реки Оки представляет собой высокий эродированный склон с перепадом высот 150...100 м. Рельеф полого-увалистый моренно-эрозионный [2, 3]. Береговой склон имеет крутизну от 15...25° до 45...60° (стенки срыва), на надпойменных террасах встречаются заросшие овраги (балки). Для геотехнической обстановки характерна оползневая активность, которая в результате нарушения естественных гидрогеологических условий территории имеет растущую динамику. Примером такой ситуации является развивающийся оползень под антропогенной нагрузкой из-за ведения застройки вблизи бровки склона, расположенного в частном секторе городского квартала Колычево (Протопопово, рис. 1а).



а



б

Рис. 1. Место расположения изучаемого оползневого ландшафта (цветом показана зона оползневого процесса):

а) площадь охвата процесса; б) состояние бровки в 2019 г.;

1 – габионное подпорное сооружение; 2 – лотковый водосброс поверхностного стока

В градостроительном плане для жилищного, промышленного и зеленого строительства территории с оползневой активностью считаются неблагоприятными. Причем наличие даже сравнительно небольших оползней на застраиваемом участке характеризует территорию в целом как неблагоприятную для строительства [4]. Использование таких земель возможно после проведения соответствующих мероприятий по агролесомелиорации, укреплению оползневого склона,

например, по организации стока поверхностных вод, искусственному закреплению масс оползневого тела, созданию искусственных подпорных сооружений и др. По требованиям СП 22.13330.2010 для расположенных вблизи бровок откоса сооружений необходимо производить расчет оснований и фундаментов по несущей способности. Согласно Водному кодексу Российской Федерации рассматриваемая территория застройки приходится на водоохранную зону реки Оки шириной 200 м

(ст. 65, п. 4, ч. 3). Законодательство позволяет вести застройку с соблюдением комплекса мер, обеспечивающих охрану природы. Однако разрушение бровки в последнее время (рис. 16) происходит из-за бесконтрольного сброса дождевых и ирригационных вод с частного сектора, которые способствуют дальнейшему развитию деформаций грунтов.

Цель исследований заключалась в анализе геоботанической и геотехнической обстановки оползневого склона для последующей разработки комплекса защитных мероприятий.

В задачи работы входило изучение состояния растительного покрова оползневого склона реки Оки, геологической и геотехнической обстановки, восстановление геологического и геоботанического профилей, выявление используемых способов защиты данного ландшафта.

Материалы и методы исследований. Для составления геоботанического и геолого-геоморфологического профилей использованы материалы полевых изысканий авторов. В данной статье рассматриваются наблюдения за 2019 год. Геоботаническое профилирование выполнено для анализа причин, обуславливающих закономерности группировки растений в пространстве в зависимости

от условий среды и антропогенного воздействия [5]. В дальнейшем это поможет в разработке технических и фитомелиоративных мероприятий. При составлении геолого-морфологического профиля также были использованы данные государственной геологической карты (лист N37-IX) четвертичных и неогеновых, до четвертичных отложений масштаба 1:200000. Классификация оползневого процесса проведена по А.М. Дранникову [4].

Результаты и обсуждение. В 2000 году был произведен землеотвод в водоохранной зоне р. Оки под индивидуальную жилую застройку. На этом этапе видно, что оползень уже начал развиваться (рис. 2а). По данным С.С. Смеловой, активное разрастание оползня наблюдалось в период с 2004 по 2009 годы, который выдался очень дождливым, что сказалось на активизации оползневых процессов. Засушливый период 2010-2012 гг. приостановил разрастание оползня. В период с 2013 по 2019 гг. идет процесс восстановления целостности растительного покрова данной территории (рис. 2б). Однако в последние годы наблюдается активизация оползневой активности в районе бровки склона, преимущественно обусловленная нерациональной организацией поверхностного стока, в составе которого преобладают дождевые и ирригационные воды (рис. 16).



а



б

Рис. 2. Проявление оползневой активности:
а) в 2000 г.; б) в 2019 г.

На рисунке 3 показан геоморфологический профиль изучаемого склона. В геотехническом плане оползневый процесс представляет собой смещения грунтовых масс, мощность которых превышает зону сезонных колебаний. Это оползень блоковой группы: ступенчатый с элементами выдавливания и скольжения. Спускающиеся по склону оползневые ступени имеют уклон

преимущественно в сторону плато (бровки). Такой оползень характеризуется длительным, медленным и прерывистым характером движения, который обычно заканчивается быстрым смещением большого объема коренных пород [4]. Характерна относительная целостность отделившихся от склона грунтовых масс, резкие изменения структуры и состояния грунта наблюдаются в зоне смещения [6].

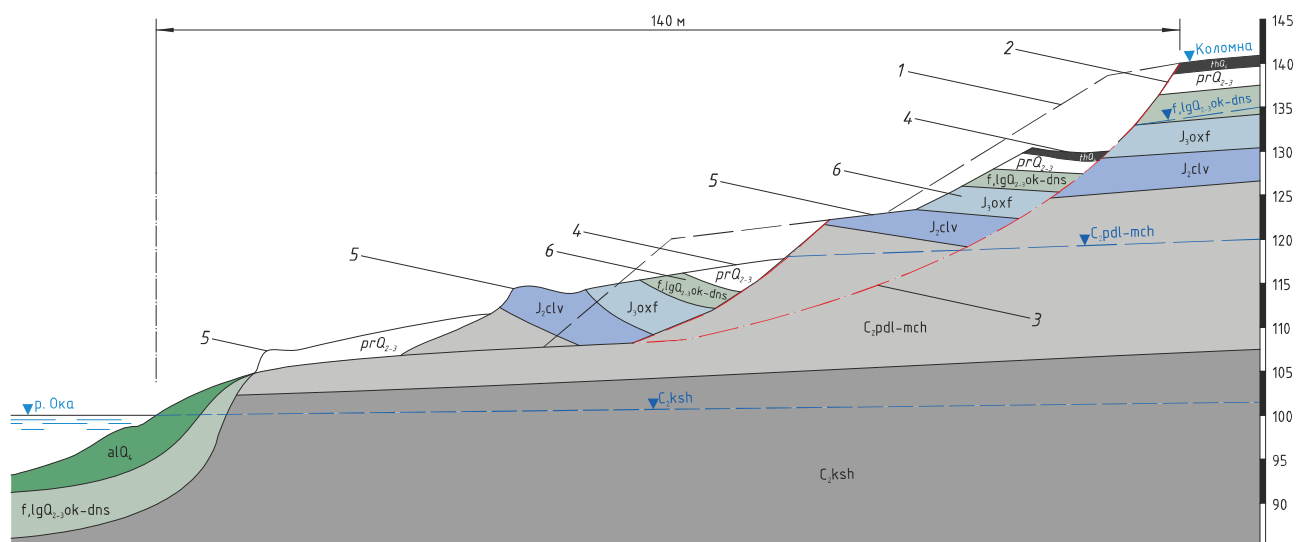


Рис. 3. Типовой геолого-геоморфологический профиль зоны преимущественного развития оползневой процесса:

- 1 – первоначальное положение склона; 2 – стенка срыва; 3 – поверхность скольжения;
 4 – площадка оползневой террасы; 5 – оползневый вал; 6 – тело оползня;

thQ_4 – современные (голоценовые) техногенные отложения (культурный слой), глины, суглинки, техногенные включения;

alQ_4 – современный аллювиальный водоносный горизонт, пески с прослоями суглинков и глины;

$prQ_{2,3}$ – средне-верхнечетвертичная спорадически обводненная толща перигляциальных и делювиальных образований, суглинки однородные;

$f, lgQ_{1,2-ok-dns}$ – окско-днепровский (нижний плейстоцен) водно-ледниковый водоносный горизонт времени отступления ледника, суглинки с включением алевритов;

J_3oxf – верхнеюрские глины оксфордского яруса; J_2clv – среднеюрские глины келловейского яруса;

$C_2pdl-mch$ – подольско-мячковский горизонт верхнего московского яруса среднего отдела каменноугольной системы, известняки;

C_2ksh – каширский горизонт нижнего московского яруса среднего отдела каменноугольной системы, трещиноватые известняки;

$f, lgQ_{1,2-ok-dns}$ – уровень подземных вод окско-днепровского горизонта;

$C_2pdl-mch$ – уровень подземных вод подольско-мячковского горизонта;

C_2ksh – уровень подземных вод каширского горизонта

В геологическом строении имеется три зеркала подземных вод окско-днепровского, подольско-мячковского и каширского горизонтов, которые выходят на дневную поверхность, стекают по склону и накапливаются в пониженных местах оползневых ступеней, преимущественно сложенных юрскими глинами. В результате формируются переувлажненные участки с характерным гидрофильным растительным сообществом (тростник, рогоз, осока) [7].

На первой от бровки площадке оползневой террасы имеется габионное подпорное сооружение и лоток с металлическим руслом для сброса дождевых и ирригационных вод с территории. Сброс осуществляется в понижении рельефа на оползневой террасе, что в геотехническом плане является неблагоприятным, поскольку происходит изменение показателей текучести и числа

пластичности грунтов, что может спровоцировать дальнейшее развития оползня уже по новым поверхностям скольжения. Мелиоративные мероприятия в виде дренирования территории и организация ловчих каналов необходимы на данной территории, однако, дополнительно необходимо учитывать расположение оползня в водоохранной зоне и активизацию процессов гравитационной деформации грунтов.

В результате проявления оползневой процесса, а также в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на природные геосистемы деградирует растительный покров [8]. Это осложняет динамику оползневой процесса, поскольку на лишенной естественного растительного покрова почве и вскрытых оползнем грунтах нарушаются инфильтрационные потоки и наблюдаются локальные очаги плоскостной эрозии

(капельной, струйчатой и др.), развиваются суффозионные процессы.

На рисунке 4 представлен геоботанический профиль, заложенный в 2019 году. Были выполнены геоботанические описания, соответствующие каждому геоморфологическому элементу профилируемого створа оползневого склона. Длина профиля от уреза воды до коренного берега составляет в среднем 115...145 м. В морфологическом плане на геоботаническом профиле условно выделяется низкая пойма (T_1), средняя пойма (T_2), первая (T_3) и вторая (T_4) надпойменные террасы [8]. В этой части долины в рельефе выражены не все геоморфологические элементы, что не позволяет представить его в качестве классического эталонного.

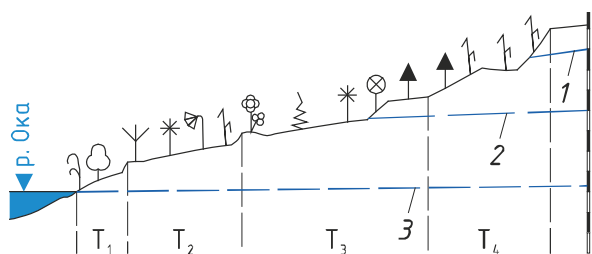


Рис. 4. Геоботанический профиль (2019 г.):

- ↑ – вейник; ▲ – крапива двудомная;
- ⊗ – мордовник шароголовый;
- * – осот огородный; ≋ – вьюнок полевой;
- ⊕ – клевер луговой; ⌒ – герань луговая;
- ⌒ – пижма; ⊕ – ива трехтычинковая;
- ⌒ – осока острая;
- 1 – уровень подземных вод окско-днепровского горизонта;
- 2 – уровень подземных вод подольско-мячковского горизонта;
- 3 – уровень подземных вод каширского горизонта

Низкая часть поймы (T_1) представлена древесно-кустарниковым сообществом с разнотравьем. В древесном ярусе кроме ивы трехтычинковой (*Salix triandra*) появился подрост осины (*Populus tremula*) и клена американского (*Acer negundo*). Последний крайне нежелателен в составе прибрежных зарослей, так как является чужеродным видом для нашей флоры. Из кустарников обычна ежевика (*Rubus caesius*). Из разнотравья низкой поймы можно выделить подмаренник цепкий (*Galium aparine*), дербенник иволистный (*Lysimachia vulgaris*), веронику длиннолистную (*Veronica longifolia*), таволгу вязолистную (*Filipendula ulmaria*), бутень Прескотта (*Chaerophyllum prescottii*), осоку острую (*Carex acuta*).

Средняя пойма (T_2) занята злаково-разнотравным фитоценозом, где среди разнотравья преобладает астрагал (*Astragalus glycyphyllos*), герань (*Geranium collinum*), пижма (*Tanacetum vulgare*), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum*), мордовник шароголовый (*Echinops sphaerocephalus*), полынь горькая (*Artemisia absintium*), осот розовый (*Cirsium arvense*). Злаки представлены в основном вейником (*Calamagrostis epigeios*) и ежой (*Dactylis glomerata*).

В растительном покрове первой надпойменной террасы (T_3) преобладает разнотравно-злаковые фитоценозы с отдельными экземплярами ивы трехтычинковой (*Salix triandra*). Среди разнотравья доминирует клевер луговой (*Trifolium pratense*), образуя обширные куртины, герань луговая (*Geranium collinum*), василек луговой (*Centaurea jacea*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), реже встречается икотник серый (*Berteroa incana*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*). Злаки представлены в основном пыреем ползучим (*Elytrigia repens*) и вейником наземным (*Calamagrostis epigeios*). Из сорных видов присутствуют цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*) и осот огородный (*Sonchus oleraceus*).

Склон коренного берега и вторая надпойменная терраса (T_4) заросли злаково-разнотравными сообществами, в составе которых существенную роль играют сорные виды: крапива двудомная (*Urtica dioica*), щавель конский (*Rumex confertus*), осот розовый (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), мордовник шароголовый (*Echinops sphaerocephalus*). Из разнотравья встречаются астрагал солодколистный (*Astragalus glycyphyllos*), герань луговая (*Geranium collinum*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*) и др.

Процесс восстановления растительности по времени не сопоставим с темпами разрушительной деятельности человека. Данные 2019 года показали, что через 20 лет растительность лугов изменилась, но по-прежнему там присутствуют сорные виды, хотя произошла смена доминантов. Значительно уменьшилось количество мордовника шароголового (*Echinops sphaerocephalus*). Ему на смену пришли осот розовый или бодяк полевой (*Cirsium arvense*), осот огородный (*Sonchus oleraceus*), чертополох (*Carduus acanthoides*). В сообществах

стало восстанавливаться разнотравье: это астрагал (*Astragalus glycyphyllus*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), герань луговая (*Geranium collinum*), василек луговой (*Centaurea jacea*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), тысячелистник (*Achillea millefolium*). Видовой состав заметно обеднен по сравнению с сообществами 2000 года, но это естественно. Растительность не восстановится в прежнем флористическом составе по причине продолжающегося развития оползневой процесса.

Заключение

Проведен анализ геоботанической и геотехнической обстановки оползневой склона в 2019 году. Полученные результаты будут использованы для разработки комплекса защитных мероприятий. На дальнейшем этапе исследований авторы выполнят анализ динамики геоботанической обстановки за период 2000-2009 гг.

Причинами развития оползня следует считать одновременное действие геологических (природных) и антропогенных факторов. Последние обусловлены застройкой, нарушением естественной гидрогеологической обстановки, неконтролируемым сбросом ирригационных вод с застроенной территории. Эти процессы в совокупности увеличили нагрузку (вес) грунтов и изменили их состояние, что также отразилось на растительных сообществах изучаемой территории.

Библиографический список

1. Голованов А.И., Кожанов Е.С., Сухарев Ю.И. Ландшафтоведение. – М.: КолосС, 2005. – 216 с.
2. Солнцев Н.А. Природно-географические районы Московской области / Вопросы географии. сб. 51. – М. Изд-во географической лит-ры, 1961. – С. 85-98.
3. Анненская Г.Н. Ландшафты Московской области / Анненская Г.Н., Жучкова В.К.,

Мамай И.И. [и др.] // Вестник МГУ. Сер. Геогр. – 1987. – № 2. – С. 37-47.

4. Бакутис В.Э. Инженерная подготовка городских территорий. – М.: Высшая школа, 1970. – 376 с.

5. Лавренко Е.М., Корчагин В.П. Полевая геоботаника. – М.: Медиа, 2012. – 441 с.

6. Самусь Н.А. Оползневые процессы на территории Волгоградской агломерации // Известия ВГПУ. – 2007. – № 6. – С. 86-101.

7. Смелова С.С., Захарченко Ю.Ю. Геоморфология «Протопоповского» оползня в долине реки Оки (на территории города Коломны Московской области) // Экология и строительство. – 2018. – № 4. – С. 11-17.

8. Смелова С.С. Оползень как результат антропогенной эрозии береговых склонов / Мат-лы VIII региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов. – Воскресенск: университет машиностроения, 2014. – С. 311-315.

Материал поступил в редакцию 10.09.2019 г.

Сведения об авторах

Смелова Светлана Станиславовна, кандидат биологических наук, доцент Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета; Россия, 140402, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, д. 408.

Зверьков Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, ученый секретарь ФГБНУ ВНИИ «Радуга», 140483, Московская область, Коломенский р-н, пос. Радужный, д. 38; доцент Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета; Россия, 140402, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, д. 408.; e-mail: mzverkov@bk.ru

S.S. SMELOVA¹, M.S. ZVERKOV^{1,2}

¹ Kolomna Institute of Moscow Polytechnic University, Kolomna, Russia

² Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»

EXAMINATION OF THE GEOBOTANICAL AND GEOTECHNICAL SITUATION OF THE LANDSLIDE SLOPE FOR THE DEVELOPMENT OF PROTECTIVE MEASURES

The problem of slope processes development is considered in the article. The study of geobotanical and geotechnical situation of the landslide slope for the development of protective measures was carried out. It is noted that the landslides are caused by buildings, violation of the natural hydrogeological situation, uncontrolled discharge of irrigation

water from the built-up area. They are increased the load (weight) of soils and changed their condition, which also affected the plant communities of the studied area. The objectives are included study of the vegetation cover of the landslide slope of the Oka river, geological and geotechnical situation, restoration of geological and geobotanical profiles, identification of the methods used to protect this landscape. It is noted that areas with landslide activity are considered unfavorable for construction, industrial and green construction in the urban development. Moreover, the presence of even relatively small landslides on the built-up area characterizes the territory as a whole as unfavorable for construction. The use of such land is possible after realization of related measures on agroforestry, strengthening of landslide slopes, such as runoff of surface waters, artificial consolidation of soil mass of the landslide body, to create artificial retaining structures etc.

Hlant cover, landslides, ecosystems, geological process, anthropogenic factors, landscape, geobotanical profile, geosystem.

References

1. **Golovanov A.I., Kozhanov E.S., Suharev Yu.I.** Landshaftovedenie. M.: KolosS, 2005. 216 s.
2. **Solncev N.A.** Prirodno-geograficheskie rajony Moskovskoj oblasti // Voprosy geografii. sb. 51. M. 1961. C. 85-98.
3. **Annenskaya G.N.** Landshafty Moskovskoj oblasti / Annenskaya G.N., Zhuchkova V.K., Mamaj I.I. [i dr.] // Vestnik MGU, ser. Geogr. 1987. № 2. C. 37-47.
4. **Bakutis V.E.** Inzhenernaya podgotovka gorodskih territorij. M.: Vysshaya shkola, 1970. 376 s.
5. **Lavrenko E.M., Korchagin V.P.** Polevaya geobotanika. – M.: Media, 2012
6. Samus' N.A. Opolznevyje processy na territorii Volgogradskoj aglomeracii // Izvestiya VGPU. 2007. № 6. S. 86-101.
7. **Smelova S.S., Zakharchenko Iu.Iu.** The geomorphology of «Protopopovskiy» landslide in the valley of the Oka river (in the city of Kolomna, Moscow region) // Ekologiya i stroitelstvo. 2018. № 4. P. 11-17.
8. **Smelova S.S.** Opolzen' kak rezul'tat antropogennoj erozii beregovykh sklonov// Mat-ly VIII regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov, uchenyh i specialistov. Voskresensk, 2014. S. 311-315.

The material was received at the editorial office
10.09.2019 g.

Information about the authors

Smelova Svetlana Stanislavovna, candidate of biology, docent; Kolomna Institute of Moscow Polytechnic University; Russia, 140402, Kolomna, Oktyabr'skoj revolyucii st., 408.

Zverkov Mikhail Sergeevich, candidate of technical sciences; academic secretary; Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»; Raduzhnyj, 38, Kolomna, Moscow region, Russia, 140483; docent; Kolomna Institute of Moscow Polytechnic University; Russia, 140402, Kolomna, Oktyabr'skoj revolyucii st., 408; e-mail: mzverkov@bk.ru