

Lytov Mikhail Nikolaevich, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the Volgograd branch of FSBSI VNIIGiM named after A.N. Kostyakov, e-mail: vkovniigim@yandex.ru

Sukharev Yuriy Ivanovich, doctor of technical sciences, professor of the department of land reclamation and recultivation FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; e-mail: vodoem@mail.ru

УДК 502/504:631.6.02:631.459

DOI 10.26897/1997-6011/2020-2-14-20

М.А. ВАСИЛЬЕВ¹, С.А. ВАСИЛЬЕВ^{1,2}, А.М. ЛОПОТКИН^{2*}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» г. Чебоксары, Чувашская Республика, Российская Федерация

² Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Нижегородская область, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА АГРОЛАНДШАФТАХ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Рассмотрена технология применения методов и технических средств контроля противоэрозионных технологий на агроландшафтах склоновых земель при реконструкции оросительной системы «Дружба» в Канаишском районе Чувашии. Согласно программы экспериментальных исследований первоначально водосборная площадь условно была разделена на череду фаций, учитывая классификацию и схему существующих типов месторасположений их на катене. При определении мелиоративных подрайонов на исследуемой территории внимание уделено уклону дневной поверхности и потенциалу эрозионной стойкости почвы. В качестве оценочного показателя при разделении мелиоративных подрайонов на исследуемой территории вводится параметр – коэффициент эвентуальной смывости, показывающий количество эвентуально смытой почвы при воздействии на него 1 Дж энергии водного потока. Для сильносмываемых почв коэффициент меняется в пределах $s = f(i_{max}, \psi_{min}) \dots 0,43$ кг/Дж; среднесмываемых почв – $s = 0,43 \dots 0,18$ кг/Дж; слабосмываемых почв – $s = 0,18 \dots 0,09$ кг/Дж; не смываемых почв, но эрозионно-опасных – $s = 0,09 \dots 0$ кг/Дж. Таким образом, для реализации методики контроля противоэрозионных технологий, учитывая эксперименты по определению шероховатости дневной поверхности почвы, гребнистости и наличию растительных элементов на поверхности, необходимо разрабатывать новые подходы и технические средства оценки. Реализованный подход оценки мелиоративных районов по коэффициенту эвентуальной смывости обеспечит выбор необходимых противоэрозионных технологий и средств механизации, в том числе современных мехатронных почвообрабатывающих машин, для существенного сокращения интенсивности эрозионных процессов в отмеченных мелиоративных подрайонах.

Мелиоративные подрайоны, склоновые земли, агроландшафт, коэффициент эвентуальной смывости, противоэрозионные технологии, технические средства контроля.

Введение. Выполняя анализ актуальных подходов по защите агроландшафтов склоновых земель от эрозионных процессов почв можно провести их классификацию по принципу действия и видам выполняемых операций и работ. Учитывая преследуемые цели осуществляемых работ, необходимо рассматривать принципиальный вопрос возникновения различных негативных явлений и процессов

при антропогенном воздействии на агроландшафт, в особенности на склоновых землях, которое весьма велико, что подтверждается целым рядом научных работ [1, 2, 3].

Тогда важным является комплексный подход при внедрении экологически безопасной и ресурсосберегающей технологии выращивания сельскохозяйственных культур на склонах с сохранением растительных

* исследования выполнены в рамках гранта № МД-1198.2020.8.

элементов на их поверхности и применением минимальной обработки почвы.

Известно, что карта эрозионно-опасных земель дает возможность спроектировать противоэрозионные технологии на склонах, при этом принимая за основной параметр в качестве оценки выполняемых операций допустимые смывы почв, изменяющиеся существенно на различных участках сельскохозяйственного поля, которые приравниваются к скоростям естественного роста почвенных агрегатов в течение года и в таком случае принимаются за скорость почвообразования [4, 5].

Материалы и методы. Изыскательские и проектные работы при реконструкции оросительной системы «Дружба» в Канашском районе Чувашии выполнялись по плану мероприятий ФГБУ «Управление «Чувашмелиоводхоз». В качестве целевого индикатора в исследованиях принималось увеличение объемов производства продукции растениеводства на сельскохозяйственных землях площадью 300 га, а также за счет реконструкции и ввода в эксплуатацию мелиорируемых земель. Принимался во внимание ожидаемый результат в виде предотвращения выбытия 300 га сельхозугодий из сельскохозяйственного оборота.

В рамках реализации проекта выполнялись различные почвенно-мелиоративные, инженерно-геодезические, инженерно-геологические и гидрогеологические, инженерно-экологические изыскания, в т.ч. расчет ПЭС почв, определение параметров дневной поверхности почв, расчет функций влагопроводности

и пористости с отображением их в виде изолиний на картах местности) [7].

Подбирая не только режимы и нормы водной мелиорации, а и агромелиоративные способы, учитывая целевой индикатор, можно обеспечить сохранение плодородия почв и как соответствие создать условия для прироста объемов производства продукции растениеводства на склонах [8].

Согласно программы экспериментальных исследований первоначально водосборная площадь условно была разделена на череду фаций с учетом классификации и схемы существующих типов месторасположений для катен [9]. На рисунке 1 представили примерное сечение агроландшафта склоновых земель в виде графической зависимости изменения высоты координат катены по длине склона над уровнем моря, используя современные информационные технологии. Применяемые данные для получения графика профиля катены до водного источника определены по топографическим картам местности с достаточным масштабом.

Известно, что фактический уклон склоновых земель изменяется цепочкой фаций, учитывая их удаленность от водораздельной линии, по профилю вдоль водосбора, который можно представить в виде функции склона [14]:

$$i_i = f(l_i), \quad (1)$$

где i_i – фактический уклон исследуемой фации на расстоянии l_i ; l_i – i -ое расстояние от водораздельной линии по склону до исследуемой фации.

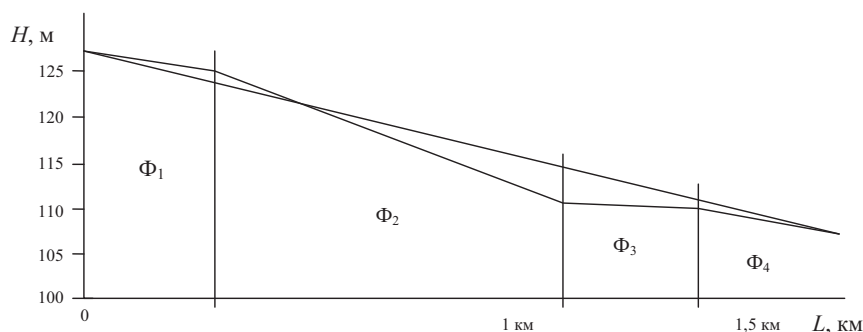


Рис. 1. Расположений фаций на склоновой катене

Рассматривая исследуемый профиль по предложенный функции склона (1), можно выделить на расстоянии 1750 метров общий уклон профиля, равный – 0,013. В действительности уклон меняется существенно по длине профиля водосбора от 0 до 1,85 градусов.

В работе [14] для рассматриваемой катены выделены 4 фации по различным

параметрам: типу их местоположения, учитывая размещение в профиле рельефа, разнообразия экспозиции, крутизны и формы склона. Результаты полевых исследований позволили отметить, что полученные величины по потенциалу эрозионной стойкости и коэффициенту шероховатости имеют не постоянное значение по исследуемому

водосбору [10, 11]. Такие данные по потенциалу эрозионной стойкости и коэффициенту шероховатости в виде изокарт для опытного поля представлены в работах [12, 13].

Выполнялась стандартная статистическая обработка рассчитываемых данных [14]:

1) плотности пахотного слоя: плотность пахотного горизонта достигает 2,70 г/см³;

2) объемный вес пахотного слоя составил 1,25...1,28 г/см³;

3) пористость пахотного слоя: у слабосмытых почв – 48,6...52,6%, у среднесмытых – 45,2%;

4) предельная полевая влагоемкость пахотного слоя составила 32,2% от веса, 37,5% от объема почвы;

5) скорость впитывания воды у рассматриваемых почв с поверхности – 1,94...3,20 мм/мин в первый час, меньше для среднесмытых почв – 0,86 мм/мин;

6) средние значения по пористости и коэффициенту фильтрации составили 0,531 м³/м³ и 4,89·10⁻⁵ м/с.

Исследуя интенсивность эрозии почвы на агроландшафтах склоновых земель с целью подбора противоэрозионных технологий, можно выделить мелиоративные подрайоны, опираясь на полученные данные для сельскохозяйственного поля, учитывая работы [7, 14].

В таком случае для определения мелиоративных подрайонов основными параметрами, характеризующими противоэрозионную поверхность, можно считать уклон дневной поверхности участка и потенциал эрозионной стойкости почвы на этом участке.

В качестве оценочного показателя при разделении мелиоративных подрайонов на исследуемой территории вводится параметр [15]

$$s = \frac{i}{\psi} = \left[\frac{\text{кг}}{\text{Дж}} \right],$$

где s – коэффициент эвентуальной смывости, кг/Дж; i – уклон исследуемого участка; ψ – потенциал эрозионной стойкости почвы на исследуемом участке, Дж/кг. Этот параметр определяет количество эвентуально смытой почвы при воздействии на него 1 Дж энергии водного потока.

Результаты. Исследуемый мелиоративный район, расположенный на катене, подразделен на подрайоны, учитывая работы [7, 14]:

1) сильносмытые почвы – мелиоративный подрайон А. Коэффициент эвентуальной смывости почв в пределах $s = f(i_{\max}, \psi_{\min}) \dots 0,43$ кг/Дж. Представляющие данный мелиоративный подрайон участки представляют довольно неблагоприятные

для возделывания склоновые поверхности и состоят из сильносмытых почв, которые можно использовать для выращивания только ограниченного круга технических культур. Среди противоэрозионных мероприятий предлагается щелевание по контуру склонов;

2) среднесмытые почвы – мелиоративный подрайон В. Коэффициент эвентуальной смывости почв изменяется $s = 0,43 \dots 0,18$ кг/Дж. На этом мелиоративном подрайоне участки имеют склоновые поверхности величиной 0,03...0,07 и включают среднесмытые почвы, преимущественно применяются для выращивания многолетних трав. В качестве противоэрозионных технологий и применяемых средств механизации проводится безотвальная обработка почвы, в том числе щелевание по многолетним травам;

3) слабосмытые почвы – мелиоративный подрайон С. Коэффициент эвентуальной смывости почв соответствует $s = 0,18 \dots 0,09$ кг/Дж. Представляющие данный мелиоративный подрайон участки представляют небольшие склоновые поверхности – 0,02...0,05 и состоят из слабосмытых почв, здесь рекомендуется возделывать полевые и кормовые сельскохозяйственные культуры и многолетние травы.

4) несмытые почвы, но эрозионно-опасные – мелиоративный подрайон D. Коэффициент эвентуальной смывости почв изменяется $s = 0,09 \dots 0$ кг/Дж.

На этом мелиоративном подрайоне участки имеют склоновые поверхности величиной менее 0,03...0,07 и включают несмытые почвы, преимущественно применяются полевые и кормовые севообороты, а также возделывание овощей. В качестве противоэрозионных технологий и накопления влаги периодическое углубление пахотного слоя с применением снегозадержания.

По коэффициенту эвентуальной смывости почв определяют мелиоративные подрайоны для рассматриваемых фаций катены, устанавливая соответственно технологию противоэрозионной технологии обработки почвы на агроландшафте по тарировочному графику, представленной на рисунке 2.

Для мелиоративных подрайонов А и В, которые включают сильносмытые и среднесмытые почвы, установлены противоэрозионные безотвальные технологии обработки почвы. Противоэрозионные технологии на участках С и D со слабосмытыми и несмытыми почвами реализуются за счет соблюдения агротехнических мероприятий на агроландшафтах склоновых земель.

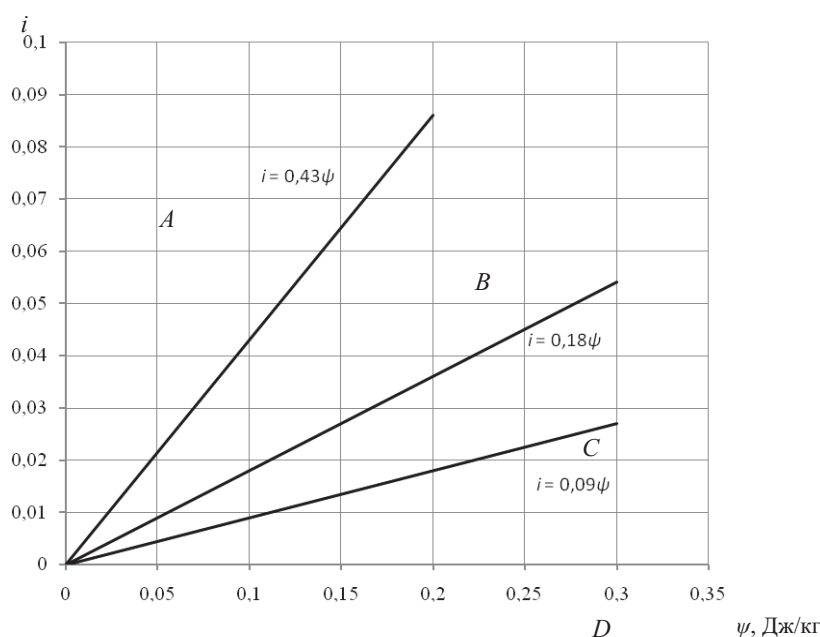


Рис. 2. Тарировочный график для определения мелиоративных подрайонов на исследуемой территории (мелиоративные подрайоны):

А – сильносмытые почвы; В – среднесмытые почвы – мелиоративный подрайон; С – слабосмытые почвы; D – не смытые почвы, но эрозионно-опасные

Выводы

Полученные данные позволили рассчитать и спрогнозировать эвентуальный смыв почвы с мелиорируемых земель объекта с учетом исследований [14, 17].

Для реализации методики контроля противоэрозионных технологий, учитывая эксперименты по определению шероховатости дневной поверхности почвы, гребнистости и наличия растительных элементов на поверхности почвы, необходимо совершенствовать подходы и технические средства.

В результате почвенно-мелиоративных изысканий, принимая во внимание гидрофизические и эрозионные характеристики почв на агроландшафтах склоновых земель, также разработан и внедрен подход оценки мелиоративных районов по коэффициенту эвентуальной смытости, что позволит в дальнейшем обеспечить подбор современных противоэрозионных машин [16, 17]. Разработка и применение современных мехатронных почвообрабатывающих машин позволит существенно снизить интенсивность эрозии почвы на склоновых землях.

Библиографический список

1. **Борисенко И.Б.** Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в остросасушливых условиях Нижнего Поволжья: дис. ... д-ра техн. наук.:

05.20.01 / Борисенко Иван Борисович. – Волгоград, 2006. – 402 с.

2. **Максимов И.И.** Прогноз эрозионных процессов, техника и технология для обработки склоновых земель: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Максимов Иван Иванович. – Чебоксары: 1996. – 325 с.

3. **Васильев С.А.** Особенности применения противоэрозионных мелиоративных мероприятий на различных по форме склоновых агроландшафтах. // Природообустройство. – 2016. – № 4. – С. 86-92.

4. **Заславский М.Н.** Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия: учеб. для геогр. и почв. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1987. – 376 с., ил.

5. **Васильев С.А., Максимов И.И., Васильев М.А.** К вопросу определения степени смытости почв при почвенно-мелиоративных исследованиях склоновых агроландшафтов / Сб. Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села / Мат-лы междунаучно-практ. конф. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2016. – С. 383-386.

6. **Васильев С.А., Максимов И.И., Васильев М.А.** Методика и устройство для моделирования направления движения водотока по подстилающей поверхности склоновых агроландшафтов. / Сб. Продовольственная безопасность и устойчивое

развитие АПК. / Мат-лы междунаучно-практ. конф. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2015. – С. 575-579.

7. **Васильев С.А.** Разработка методов и технических средств контроля противозерозионных технологий на склоновых агроландшафтах // автореферат дис. ... д-ра техн. наук / Рос. гос. аграр. ун-т. Чебоксары, 2016.

8. **Кузнецов М.С.** Противозерозионная стойкость почв. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 135 с.

9. Мелиорация земель. Учебник для ВУЗа. / под ред. А.И. Голованова. – М.: КолосС, 2011. – 824 с.: ил.

10. **Максимов И.И., Максимов В.И.** Энергетическая концепция эрозионной устойчивости антропогенных агроландшафтов. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2006. – 304 с.

11. Метод определения направления движения водного потока на агроландшафте склоновых земель. / С.А. Васильев, И.И. Максимов, Е.П. Алексеев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. № 4. – С. 72-77.

12. **Васильев С.А., Максимов И.И., Алексеев В.В.** Методика и устройство для профилирования поверхности почвы и определения направления стока атмосферных осадков в полевых условиях // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3(19). – С. 22-26.

13. **Васильев С.А., Максимов И.И., Алексеев В.В.** Определение эквивалентной шероховатости стокоформирующей поверхности для оценки противозерозионных мероприятий на склоновых землях // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 32-34.

14. **Васильев С.А., Максимов И.И.** Агроландшафтная мелиорация склоновых земель: монография. – Чебоксары: 2019. – 306 с.

15. Способ определения степени эвентуальной смытости почв на ландшафтных катенах склоновых земель. Пат. № 2695437 РФ, МПК G01N33/24 (2006.01) / Васильев С.А., Максимов И.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Чувашская ГСХА» – 017140957, заявлено 23.11.2017 – опубл. 23.07.2019., Бюл. № 21.

16. Энергетическая оценка механического воздействия на почву почвообрабатывающих машин и орудий. / В.В. Алексеев, И.И. Максимов, В.И. Максимов и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 3 (28). – С. 70-72.

17. **Васильев С.А., Васильев А.А., Затылков Н.И.** Противозерозионная контурная обработка почвы машинно-тракторными агрегатами на агроландшафтах склоновых земель // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 5 (84). – С. 43-54.

Материал поступил в редакцию 14.02.2020 г.

Сведения об авторах

Васильев Михаил Андриянович, соискатель, инженер кафедры «Прикладная механика и графика»; ФГБОУ ВО Чувашский ГУ им. И.Н. Ульянова; 428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Московский, 15, mishawasilev@mail.ru

Васильев Сергей Анатольевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная механика и графика»; ФГБОУ ВО Чувашский ГУ им. И.Н. Ульянова; 428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Московский, 15, vsa_21@mail.ru

Лопоткин Алексей Михайлович, старший преподаватель, ГБОУ ВО НГИЭУ (Княгининский ун-т); 606260, Княгинино (Нижегородская область), ул. Октябрьская, 22а, alexei-lopotkin@yandex.ru

M.A. VASILIEV¹, S.A. VASILIEV^{1,2}, A.V. LOPOTKIN^{2}**

¹ Federal state budgetary educational institution of higher education «Chuvash state university named after I.N. Ulyanov», Cheboksary, Chuvash Republic, Russian Federation

² Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Nizhegorodsky state engineering – economic university», Knyaginino, Nizhegorodskaya oblast, Russian Federation

APPLICATION OF CONTROL METHODS AND TECHNICAL MEANS OF ANTI-EROSION TECHNOLOGIES ON AGRICULTURAL LANDSCAPES OF SLOPE LANDS

There is considered the technology of application of control methods and technical means of anti-erosion technologies on agricultural landscapes of slope lands during the reconstruction of the «Druzhba» irrigation system in the Kanash district of Chuvashia. According to the experimental research program, initially the catchment area was divided into a chain

** the investigations were fulfilled under the grant № МД-1198.2020.8

of facies taking into account the classification and scheme of existing types of their locations on catena. When determining reclamation sub-districts in the study area, attention is paid to the slope of the daily surface and potential for the soil erosion resistance. As an estimated indicator for the division of reclamation sub – districts in the study area, a parameter is introduced – the coefficient of eventual washout showing the amount of eventually washed soil when exposed to 1 j of water flow energy. For strongly washed soils, the coefficient varies within the range of $s = f(i_{max}, \psi_{min}) \dots 0.43 \text{ kg/j}$; for medium-washed soils – $s = 0.43 \dots 0.18 \text{ kg/j}$; for weakly washed soils – $s = 0.18 \dots 0.09 \text{ kg/j}$; not washed away soils, but erosive-dangerous – $s = 0.09 \dots 0 \text{ kg/j}$. Thus, in order to implement the control method of anti-erosion technologies, taking into account experiments on determining roughness of the daily soil surface, ridges and availability of plant elements on the surface, it is necessary to develop new approaches and technical means of assessment. And the implemented approach to assessing reclamation areas by the coefficient of eventual washout will ensure the selection of the necessary anti-erosion technologies and mechanization tools, including modern mechatronic tillage machines, to significantly reduce the intensity of erosion processes in the marked reclamation sub-districts.

Reclamation sub-districts, slope lands, agricultural landscape, coefficient of eventual washout, anti-erosion technologies, technical means of control.

References

1. **Borisenko I.B.** Sovershenstvovanie resursoberegayushchih i pochvozashchitnyh tehnologij i tehniceskikh sredstv obrabotki pochvy v ostrozhaslivykh usloviyah Nizhnego Povolzhya: dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.20.01 / Borisenko Ivan Borisovich. – Volgograd, 2006. – 402 s.
2. **Maximov I.I.** Prognoz erozionnyh protsessov, tehnika i tehnologiya dlya obrabotki sklonovykh zemel: dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.20.01 / Maximov Ivan Ivanovich. – Cheboksary, 1996. – 325 s.
3. **Vasiljev S.A.** Osobennosti primeneniya protiverozionnykh meliorativnykh meropriyatij na razlichnykh po forme sklonovykh agrolandshaftah. // Prirodoobustrojstvo. – 2016. – № 4. – S. 86-92.
4. **Zaslavsky M.N.** Eroziovedenie. Osnovy protiverozionnogo zemledeliya: ucheb. Dlya geogr. i pochv. spets. vuzov. – M.: Vysshaya shkola, 1987. – 376 s., il.
5. **Vasiljev S.A., Maximov I.I., Vasiljev M.A.** K voprosu opredeleniya stepeni smytosti pochv pri pochvenno-meliorativnykh issledovaniyah sklonovykh agrolandshaftov / Sb. Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i sotsialnoj infrastruktury sela / Mat-ly mezhdun. nauchno-prakt. konf. – Cheboksary: FGBOU VO Chuvashskaya GSHA, 2016. – S. 383-386.
6. **Vasiljev S.A., Maximov I.I., Vasiljev M.A.** Metodika i ustrojstvo dlya modelirovaniya napravleniya dvizheniya vodotoka po podstilayushchej poverhnosti sklonovykh agrolandshaftov. / Sb. Prodovolstvennaya bezopasnost i ustojchivoe razvitie APK. / Mat-ly mezhdun. nauchno-prakt. konf. – Cheboksary: FGBOU VO Chuvashskaya GSHA, 2015. – S. 575-579.
7. **Vasiljev S.A.** Razrabotka metodov i tehniceskikh sredstv kontrolya primeneniya protiverozionnykh tehnologij na sklonovykh agrolandshaftah // avtoreferat dis. ... doktora tehniceskikh nauk / Ros. gos. agrar. un-t. Cheboksary, 2016.
8. **Kuznetsov M.S.** Protivoerozionnaya stojkost pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1981. – 135 s.
9. Melioratsiya zemel. Uchebnik dlya VUZa. /pod red. A.I. Golovanova. – M.: KolosS, 2011. – 824 s.: il.
10. **Maximov I.I., Maximov V.I.** Energeticheskaya kontseptsiya erozionnoj ustojchivosti antropogennykh agrolandshaftov. – Cheboksary: Chuvashskaya GSHA, 2006. – 304 s.
11. Metod opredeleniya napravleniya dvizheniya vodnogo potoka na agrolandshaftah sklonovykh zemel. / S.A. Vasiljev, I.I. Maximov., E.P. Alexeev i dr. // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – T. 12. № 4. – S. 72-77.
12. **Vasiljev S.A., Maximov I.I., Alexeev V.V.** Metodika i ustrojstvo dlya profilirovaniya poverhnosti pochvy i opredeleniya napravleniya stoka atmosferykh osadkov v polevykh usloviyah. // Vestnik APK Stavropolya. – 2015. – № 3(19). – S. 22-26.
13. **Vasiljev S.A., Maximov I.I., Alexeev V.V.** Opredelenie ekvivalentnoj sherohovatosti stokoformiruyushchej poverhnosti dlya otsenki protiverozionnykh meropriyatij na sklonovykh zemlyah. // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 2014. – № 4. – S. 32-34.
14. **Vasiljev S.A., Maximov I.I.** Agrolandshaftnaya melioratsiya sklonovykh zemel: monograph. – Cheboksary, 2019. – 306 s.
15. Sposob opredeleniya stepeni eventualnoj smytosti pochv na landshaftnykh katenah sklonovykh zemel. Pat. № 2695437 RF, MPK

G01N33/24 (2006.01) / Vasiljev S.A., Maximov I.I.; заявитель и патентообладатель FGBOU VO «Chuvashskaya gosudarstvennaya selskhozayajstvennaya akademiya» – 017140957, заявлено 23.11.2017 – опублик. 23.07.2019., Byul. № 21

16. Energeticheskaya otsenka mehanicheskogo vozdejstviya na pochvu pochvoobrabatyvayushchih mashin i orudij. / V.V. Alexeev, I.I. Maximov, V.I. Maximov i dr. // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2012. – № 3 (28). – S. 70-72.

17. Vasiljev S.A., Vasiljev A.A., Zatytkov N.I. Protivoerossionnaya konturnaya obrabotka pochvy mashinno-traktornymi agregatami na agrolandhaftah sklonovyh zemel. // Vestnik NGIEI. – 2018. – № 5 (84). – S. 43-54.

The material was received at the editorial office
14.02.2020

Information about the authors

Vasiljev Mikhail Andriyanovich, applicant, engineer of the department «Applied mechanics and graphics»; FSBEI HE Chuvash SU named after I.N. Ulyanov; 428015, Chuvash Republic, Cheboksary, pr. Moskovsky, 15, mishawasilev@mail.ru

Vasiljev Sergej Anatoljevich, doctor of technical sciences, associate professor of the department «Applied mechanics and graphics»; FSBEI HE Chuvash SU named after I.N. Ulyanov; 428015, Chuvash Republic, Cheboksary, pr. Moskovsky, 15, vsa_21@mail.ru

Lopotkin Alexej Mikhajlovich, senior lecturer, GBOU VO NGIEU (Knyaginsky un-t); 606260, Knyaginino (Nizhegorodskaya oblast), ul. Oktyabrskaya, 22a, alexei-lopotkin@yandex.ru

УДК 502/504: 626.82:005:631.67

DOI 10.26897/1997-6011/2020-2-20-25

Ю.Г. БУРКОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПОДАЧИ ВОДЫ ПОТРЕБИТЕЛЮ

Цель данной работы – обоснование применения процессного подхода при моделировании сложной водохозяйственной системы. Рассмотрены вопросы использования средств описания и анализа бизнес-процессов при моделировании водохозяйственных объектов, в том числе крупных оросительных систем, с целью устранения возможных объективных причин рассогласования их частей при проектировании, эксплуатации и управлении. Результаты исследований основных, параллельных и поддерживающих бизнес-процессов мелиоративных систем могут быть учтены при составлении графиков производственных заданий, при разделении полномочий участников бизнес-процессов управления, при обосновании тарифов на услуги доставки воды потребителю. Кроме того, конечной целью моделирования бизнес-процессов водохозяйственных предприятий является возможность выявления подпроцессов, подлежащих автоматизации. В работе приведен пример модели потока работ бизнес-процесса проектирования напорной оросительной системы.

Бизнес-процесс; основные, параллельные и поддерживающие бизнес-процессы, диаграмма функций, модель потока работ, бизнес-процесс проектирования напорной оросительной системы

Введение. Крупные водохозяйственные объекты, включая оросительные мелиоративные системы, состоят из большого количества взаимодействующих между собой подсистем и элементов, работают в условиях воздействия на них большого числа трудно учитываемых случайных факторов, выполняют сложные производственные и организационные функции. Все вышеперечисленные признаки

позволяют отнести эти объекты к разряду сложных систем. При проектировании, эксплуатации таких систем и управлении ими важно применять системный подход, когда необходимо видеть всю систему в целом, так как сбои в работе отдельных подсистем или элементов могут привести к функциональным или аварийным отказам всей системы в целом [1]. Между частями системы иногда