

## ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДТОПЛЕНИЯ В РАЙОНАХ МАЛЫХ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

И. И. Косинова<sup>1</sup>, М. Г. Юрова<sup>1</sup>, Н. Я. Мокшина<sup>2</sup>, А. М. Луговской<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет

<sup>2</sup>ВУНЦ ВВС "Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина"

<sup>3</sup>Московский городской педагогический университет

Поступила в редакцию 17 ноября 2017 г.

**Аннотация:** рассмотрены природные и техногенные факторы формирования процессов подтопления в пределах малых сельских поселений. Группа природных включает температурный режим, количество выпавших осадков и объем годового стока. Техногенные факторы определяются низким уровнем инженерных изысканий, проводимых при строительстве в пределах малых сельских поселений. Определен опорный участок для изучения данного процесса. Представлены расчеты слоев среднего многолетнего поверхностного стока, объемов годового стока вод на период 2013–2016 гг. Выявлены максимальные значения объемов годового стока с общей площади водосбора в 2013 г, что составило 8,23 тыс. м<sup>3</sup>. Прогноз объема годового стока при 10 % обеспеченности составил 11,02 тыс. м<sup>3</sup>. Наличие инфраструктуры, связанной с перекрытием путей разгрузки поверхностных и подземных вод, размещением жилых сооружений в зонах затопления и подтопления, размещением в пониженной зоне водосбора фильтрующих очистных сооружений, наличием некондиционных сбросных систем демонстрирует типовую модель активизации процессов подтопления.

**Ключевые слова:** водосборные площади, подтопление, годовой сток, уровни обеспеченности, температуры, объёмы, осадки, техногенные факторы, инженерные сооружения, изыскания.

### NATURAL AND TECHNOGENIC FACTORS OF FORMATION OF PROCESSES OF FLOODING IN DISTRICTS OF SMALL RURAL SETTLEMENTS

**Abstract:** natural and technogenic factors of formation of processes of flooding within small rural settlements are considered. The group of natural includes temperature condition, a rainfall and volume of an annual drain. Technogenic factors are defined by the low level of the engineering researches which are carried out at construction within small rural settlements. The basic site for studying of this process is defined. Calculations of layers of an average long-term superficial drain, volumes of an annual drain of waters for 2013–2016 are presented. The maximum values of volumes of an annual drain from the total area of a reservoir in 2013 are revealed that has made 8,23 thousand cbm. The forecast of volume of an annual drain at 10 % of security has made 11,02 thousand cbm. Existence of the infrastructure connected with overlapping of ways of unloading of surface and underground water, placement of inhabited constructions in zones of flooding and flooding, placement in the lowered zone of a reservoir of the filtering treatment facilities existence of sub-standard waste systems shows standard model of activization of processes of flooding.

**Key words:** catchment areas, flooding, annual drain, levels of security, temperature, volumes, rainfall, technogenic factors, engineering constructions, researches.

Практически вся хозяйственная деятельность человека неразрывно связана с использованием больших объемов воды. При этом вода является неотъемлемой частью нашего организма и присутствует во всех промежутках жизненного цикла. Обеспечения этого цикла возможно при постоянном потреблении природных вод. В связи с этим практически все древние поселения, как крупные, так и малые, располага-

лись в непосредственной близости от речных или озерных систем. Однако близость крупных водных потоков и резервуаров помимо удобства для населения, имеет и ряд неблагоприятных факторов, наиболее неблагоприятными из которых являются паводки и подтопления [1, 2, 3].

В условиях экономического и научного развития современного общества у населения больше нет необ-

ходимости располагать поселения и города в пределах крупных водных объектов, ввиду того, что основным источником поступления воды на данный момент являются скважины, качающие в необходимых количествах столь необходимый ресурс из подземных водоносных горизонтов. Однако, несмотря на удаление от открытых источников воды, последние годы многие поселения все чаще подвергаются подтоплениям [1]. Подобная ситуация, как правило, связана с грунтовыми водами и может быть обоснована множеством факторов как природного, так и техногенного типа. Анализ сложившейся ситуации и оценка влияния различных факторов на процессы подтопления является весьма актуальной для многих поселений.

Объектом исследования факторов формирования подтопления выбран опорный участок Шуберское Новоусманского района Воронежской области, который соответствует критериям малого поселения и размещается в пониженной части рельефа временного водотока [4]. Ввиду того, что в 2010 году территория сельского поселения Шуберское сильно пострадала от лесных пожаров, была произведена реконструкция района исследований, включающая в себя перестройку множества пострадавших жилых домов и производственных сооружений. Однако при строительстве не учли особенности местности, и новые строения были размещены в пределах временного водотока, входящего в площадь водосбора р. Усмань. Это привело к резкому возрастанию уровня грунтовых вод и обширному подтоплению в паводковый период территорий сельского поселения Шуберское (рис. 1).

Анализ природных факторов демонстрирует зна-

чительную роль весеннего половодья в подъеме уровня грунтовых вод. Для Европейской части РФ его интенсивность определяется количеством осадков в феврале и марте [5]. Сравнительная оценка основных климатических характеристик района исследований с 2013 по 2016 гг. приведена в таблице 1.

Вторая половина февраля 2013 года для района с.п.Шуберское характеризуется достаточно низкими температурами, и очень небольшим количеством выпадения осадков, всего 14 мм. В связи с этим промерзание грунта доходило до 20–30 см, в середине марта произошло резкое выпадение осадков в количестве месячной нормы в виде снега. Снеговые отложения накрыли поселок двадцатисантиметровым слоем. Резкое повышение температуры в конце марта повлекло за собой таяние снега и, как следствие, возникновение мощного потока талых вод, который по еще мерзлой земле, как по зеркалу скольжения, устремился со склонов в сторону сельского поселения Шуберское. Буквально за несколько минут была подтоплена большая часть территории, 196 домов пострадали от данного процесса.

Погодные условия 2014 и 2015 гг. характеризовались мягкой зимой, плавно перетекающей в весну, в связи с этим возможность возникновения паводка, приводящего к возникновению процессов подтопления, не возникла.

2016 год характеризуется большим наличием положительных температур и большим количеством выпадения осадков, но в связи с тем, что промерзание грунта наблюдалось в начале февраля и имело минимальные значения, паводок прошел мягко с постепенным насыщением грунта.

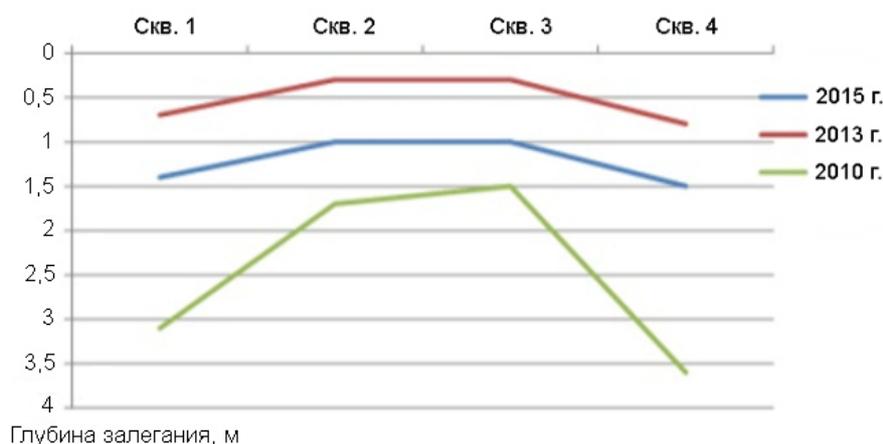


Рис. 1. Динамика уровня режима грунтовых вод в пределах опорного участка с.п. Шуберское.

Таблица 1

Климатические характеристики района исследований

Наименование	2013		2014		2015		2016	
	февраль	март	февраль	март	февраль	март	февраль	март
Количество осадков, мм	Норма 37 Выпало 14	Норма 33 Выпало 72	Норма 37 Выпало 26	Норма 33 Выпало 24	Норма 37 Выпало 62	Норма 33 Выпало 4	Норма 37 Выпало 42	Норма 33 Выпало 67
Min и max температуры	-12,2° 3,7°	-13,6° 6,8°	-25,3° 3,8°	-6,7° 18,4°	-15,4° 4,8°	-6,0° 15,6°	-7,4° 8,6°	-9,5° 13,0°

Немалое влияние на условия возникновения подтопления на исследуемой территории оказывает поверхностный талый и ливневый сток, в связи с этим был произведен расчет объема годового стока спс. Шуберское при заданной обеспеченности.

Расчет поверхностного стока был произведен по [6] на основе обобщения модифицированных методов расчета гидрологических характеристик естественных ландшафтов и урбанизированных территорий. Данная методика используется для территорий, на которых рельеф, виды покрытий, в том числе растительный покров, экспозиции поверхностей, естественная и искусственная канализованность и др. сформированы под воздействием зачастую многовековой антропогенной деятельности. Они обладают одновременно, как чертами природных ландшафтов, так и урбанизированных территорий. В пределах водосборной площади был выделен ряд типовых стокоформирующих

комплексов.

Водосборная площадь изучаемой территории относится к селитебной зоне. Естественная площадь водосбора сужена за счет селитебной застройки. Границы техногенно-нагруженной территории (ТНТ) установлены по совокупности следующих данных:

1. границы промышленной или селитебной территории в пределах границ их землеотвода по генеральному плану;
2. границы санитарно-защитных зон отдельных производственных объектов, в том числе поверхностных и подземных водозаборов и мест размещения отходов;
3. границы естественных и искусственных водосборов с учетом существующей и проектируемой гидрографической сети (рис. 2);
4. границы водосборов районов канализационных сетей и точки подключения к ним.



Рис. 2. Границы водосборов в с. п. Шуберское. Условные обозначения: - • - - границы (водоразделы) водосборов, ▲ 1, 2, 3, 4 - замыкающие створы и номера водосборов.

Для прогноза развития процессов подтопления были рассчитаны следующие величины, характеризующие природные факторы его формирования:

1. Средние значения коэффициентов годового поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта.
2. Слой среднего многолетнего поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта.
3. Годовой слой стока заданной обеспеченности.
4. Годовые суммы осадков заданной обеспеченности.
5. Объем годового стока при фиксированных видах обеспеченности.

Среднее значение коэффициента годового поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта  $\alpha_{cp}$  рассчитывается [7] по формуле (1):

$$\alpha_{cp} = (\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \dots + \alpha_n f_n) \frac{1}{F}, \quad (1)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  – коэффициенты годового поверхностного стока с различных видов поверхностей территории выбираются по таблице 2

В табл. 2 приведены значения усредненных значений коэффициентов годового поверхностного стока  $\alpha$  для выделенных видов поверхностей.

Таблица 2  
Значения коэффициентов  
годового поверхностного стока,  $\alpha$

Вид поверхности	
Асфальтобетонные покрытия	Лесной массив
0,80	0,30

$f_1, f_2, \dots, f_n$  – площади различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) рассматриваемой территории, км<sup>2</sup> (га), которые определяются по плану местности масштаба от 1:500 до 1:5000;

$F$  – общая площадь выделенного внутреннего водосбора или всей ТНТ, км<sup>2</sup> (га).

В результате расчета для изучаемой территории получаем среднее значение коэффициента годового поверхностного стока:

$$\alpha_{cp} = (0,80 \times 11,54 \text{ га} + 0,30 \times 3620) / (13631,54) \text{ га} = 0,304$$

Слой среднего многолетнего поверхностного стока с водосбора внутри территории объекта или со всего объекта определяется по формуле (2)

$$Y_{cp} = \alpha_{cp} P, \text{ мм, (2)}$$

где  $\alpha_{cp}$  – среднее значение коэффициента годового поверхностного стока с водосбора на ТНТ=0,304;  $P$  –

средняя годовая сумма осадков (мм) за 2015 г., равная для данного района 551 мм.

В результате расчета для участка изысканий[8]:

$$2013 \text{ год} - Y_{cp} = 0,304 \times 754 \text{ мм} = 229,22 \text{ мм}$$

$$2014 \text{ год} - Y_{cp} = 0,304 \times 433 \text{ мм} = 131,63 \text{ мм}$$

$$2015 \text{ год} - Y_{cp} = 0,304 \times 551 \text{ мм} = 168 \text{ мм}$$

Проведенные расчеты демонстрируют максимальные величины слоя среднего многолетнего поверхностного стока, сформировавшегося в 2013 г, что и обеспечило наибольшие величины подъемов грунтовых вод.

Годовой слой стока заданной обеспеченности был рассчитан аналогично годовому среднемугодовому стоку по формуле (3)

$$Y = \alpha_{cp} P P\%, \text{ мм, (3)}$$

где  $P_{P\%}$ - годовая сумма осадков заданной обеспеченности, мм.

Годовые суммы осадков заданной обеспеченности были определены через коэффициенты перехода ( $K_P$ ) от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам различной обеспеченности для территории Воронежской области (Табл. 3). Рассчитаны по зависимости:

$$P P\% = P K_P, \text{ мм, (4)}$$

Таблица 3  
Коэффициенты перехода от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам различной обеспеченности ( $K_P$ ) для территории Воронежской области

Среднее количество осадков за год, мм	Обеспеченность, %									
	5	10	20	30	40	60	70	80	90	95
440	1,37	1,23	1,16	1,10	1,05	0,97	0,92	0,86	0,81	0,74
450	1,38	1,24	1,16	1,10	1,05	0,96	0,92	0,85	0,80	0,73
460	1,39	1,24	1,17	1,10	1,05	0,96	0,91	0,85	0,79	0,71
470	1,40	1,25	1,17	1,11	1,05	0,96	0,91	0,85	0,79	0,70
480	1,40	1,26	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,78	0,69
490	1,42	1,27	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,84	0,78	0,68
500	1,42	1,27	1,18	1,11	1,05	0,95	0,90	0,83	0,77	0,67
510	1,43	1,28	1,18	1,11	1,05	0,96	0,89	0,83	0,76	0,66
520	1,44	1,28	1,19	1,11	1,05	0,95	0,89	0,83	0,76	0,65
530	1,44	1,29	1,19	1,11	1,05	0,94	0,89	0,82	0,75	0,64
540	1,45	1,29	1,19	1,11	1,05	0,94	0,89	0,82	0,75	0,63
550	1,46	1,30	1,20	1,11	1,05	0,94	0,88	0,82	0,74	0,63
560	1,47	1,31	1,20	1,12	1,05	0,94	0,88	0,82	0,74	0,62
570	1,47	1,31	1,20	1,12	1,05	0,94	0,88	0,82	0,74	0,61
580	1,48	1,32	1,20	1,12	1,05	0,94	0,88	0,81	0,73	0,60
590	1,48	1,32	1,20	1,12	1,05	0,94	0,87	0,81	0,73	0,60
600	1,49	1,33	1,21	1,13	1,05	0,93	0,87	0,81	0,72	0,59
610	1,49	1,33	1,21	1,13	1,06	0,93	0,87	0,81	0,72	0,58
620	1,50	1,33	1,21	1,13	1,05	0,93	0,86	0,80	0,71	0,58
630	1,51	1,34	1,21	1,13	1,06	0,93	0,86	0,80	0,71	0,57
640	1,51	1,34	1,21	1,13	1,06	0,93	0,86	0,80	0,71	0,56
650	1,51	1,34	1,22	1,13	1,06	0,93	0,86	0,80	0,70	0,56

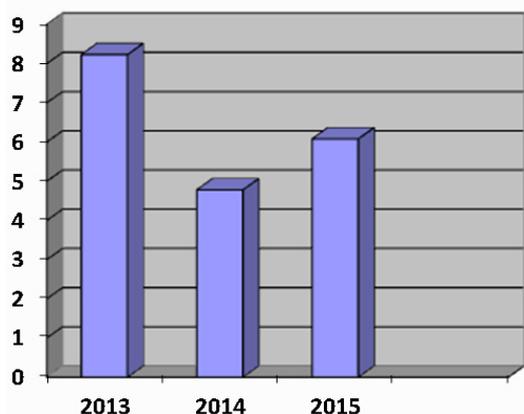


Рис. 3. График объема годового стока со всей площади водосбора (2013, 2014, 2015 гг.).

В результате расчетов получены следующие данные (рис. 3, 4):

2013 год

Для 10% обеспеченности  $P_{10\%}=754 \times 1,34=1010,36$  мм, следовательно, годовой слой стока 10% обеспеченности  $Y=0,304 \times 1010,36=307,15$  мм.

Для 5% обеспеченности  $P_{5\%}=754 \times 1,51=1138,54$  мм, следовательно, годовой слой стока 5% обеспеченности  $Y=0,304 \times 1138,54=346,12$  мм.

2014 год

Для 10% обеспеченности  $P_{10\%}=433 \times 1,23=532,6$  мм, следовательно, годовой слой стока 10% обеспеченности  $Y=0,304 \times 715=217,36$  мм.

Для 5% обеспеченности  $P_{5\%}=433 \times 1,37=593,21$  мм, следовательно, годовой слой стока 5% обеспеченности  $Y=0,304 \times 803=244,11$  мм.

2015 год

Для 10% обеспеченности  $P_{10\%}=550 \times 1,30=715$  мм, следовательно, годовой слой стока 10% обеспеченности  $Y=0,304 \times 715=217,36$  мм.

Для 5% обеспеченности  $P_{5\%}=550 \times 1,46=803$  мм, следовательно, годовой слой стока 5% обеспеченности  $Y=0,304 \times 803=244,11$  мм.

Обеспеченности стока соответствуют обеспеченностям осадков.

Объем годового стока (полного или поверхностного) с техногенно-нагруженной территории определяется по формуле (5):

$$W = 10^{-6} Y_{cp} F, \text{ тыс. м}^3, (5)$$

где  $Y_{cp}$  – слой годового поверхностного стока (средний многолетний и заданной обеспеченности), мм;  $F$  – площадь стокоформирующего комплекса, внутреннего водосбора или всей территории объекта размещения отходов, км<sup>2</sup>.

2013 год

Объем годового стока со всей площади водосбора  $W=10^{-6} \times 0,229 \times 36200000 \text{ м}^2=8,23$  тыс. м<sup>3</sup>

Объем годового стока при 10% обеспеченности  $W_{10\%}=8,23 \times 1,34=11,02$  тыс. м<sup>3</sup>.

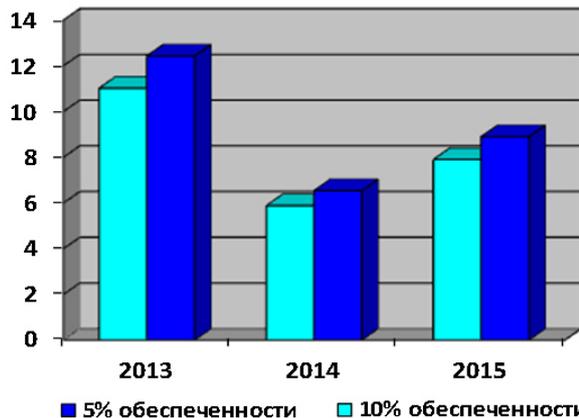


Рис. 4. Графики объема годового стока при 5 % и 10 % обеспеченности.

Объем годового стока при 5% обеспеченности  $W_{5\%}=8,23 \times 1,51=12,43$  тыс. м<sup>3</sup>.

2014 год

Объем годового стока со всей площади водосбора  $W=10^{-6} \times 0,132 \times 36200000 \text{ м}^2=4,78$  тыс. м<sup>3</sup>.

Объем годового стока при 10% обеспеченности  $W_{10\%}=4,78 \times 1,23=5,88$  тыс. м<sup>3</sup>.

Объем годового стока при 5% обеспеченности  $W_{5\%}=4,78 \times 1,37=6,54$  тыс. м<sup>3</sup>.

2015 год

Объем годового стока со всей площади водосбора  $W=10^{-6} \times 0,168 \times 36200000 \text{ м}^2=6,08$  тыс. м<sup>3</sup>.

Объем годового стока при 10% обеспеченности  $W_{10\%}=6,08 \times 1,30=7,9$  тыс. м<sup>3</sup>.

Объем годового стока при 5% обеспеченности  $W_{5\%}=6,08 \times 1,46=8,9$  тыс. м<sup>3</sup>.

Проведенные расчеты показывают, что объем годового стока при 10% обеспеченности в 2013 г был максимальным и составляет 11,02 тыс. м<sup>3</sup>, что привело в значительному проявлению процессов подтопления территории. 2014 год характеризуется неким спадом и объем годового стока составил намного меньший показатель, в 2015 же году показатели опять увеличиваются и составляют 7,9 тыс. м<sup>3</sup>. Можно провести прямую взаимосвязь между количеством выпадающих осадков, температурой и объемом годового стока.

В отличие от природных факторов, техногенные имеют тенденцию к постоянному нарастанию. Развитие промышленности и селитебное освоение территории, а так же деятельность человека в области сельского хозяйства вызывает активное развитие процессов подтопления. Для выявления уровня воздействия необходимо проведение детальной оценки техногенного воздействия. Промышленное производство в районе опорного участка осуществляют семь промышленных предприятий, основными видами, продукции которых являются: зеркала, стеклоизделия, теплопласт, подошва для обуви, крупа, мука, безалкогольные напитки (рис. 5).

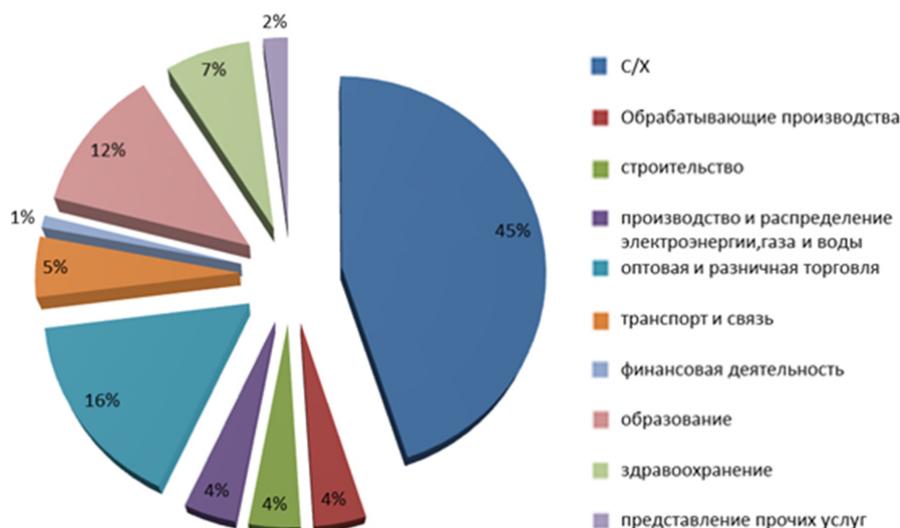


Рис. 5. Диаграмма сфер занятости населения на территории с. п. Шуберское.

Из данной диаграммы видно, что на долю селитебного освоения и промышленности приходится свыше 30 % трудовых ресурсов, что является весьма высоким показателем для территорий сельских поселений. На долю занятых в сельском хозяйстве приходится до 45 % трудовых ресурсов.

Для определения влияния данного фактора на динамику уровня грунтовых вод нами проводится гидрогеологический мониторинг в пределах сельского поселения Шуберское [9].

Формирование подтопления возникло в результате перекрытия естественного водотока, что привело к скоплению воды на поверхности и ее инфильтрации в грунтовые воды. Подобная ситуация наблюдается для многих малых сельских поселений, в пределах которых развитие техногенной инфраструктуры происходит без учета особенностей рельефа, климатических факторов и уровней залегания грунтовых вод.

В частности, для исследуемого опорного участка нами были установлены основные причины возникновения значительного повышения УГВ:

1. Практически приконтактное расположение жилых домов.
2. Прокладка 12 дорожных сооружений и переходов, перекрывающих естественный сток.
3. Возведение очистных сооружений в непосредственной близости к долине стока полей фильтрации.
4. Перекрытие путей стока вод в нижней части сельского поселения искусственной насыпью.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– Проблема подтопления территорий малых поселений широко распространена для территории Европейской части РФ. Это связано с низким качеством инженерных изысканий при строительстве в пределах малых сельских поселений, не учитывающих особен-

ности природных и техногенных факторов питания и разгрузки приповерхностных водоносных горизонтов;

– Среди основных природных факторов формирования процессов подтопления следует выделить особенности рельефа, наличие постоянного либо временного водотока, климатические особенности весеннего половодья (количество осадков и температура), объемы годового стока с общей площади водосбора;

– Техногенные факторы, влияющие на подтопление, включают размещение инженерных сооружений в пределах зон затопления постоянных и временных водотоков, ликвидацию областей разгрузки путем нивелирования рельефа, перекрытие долин временных водных потоков инженерными сооружениями, устройство некондиционных систем для сброса талых и ливневых вод, размещение фильтрующих объектов в пониженных частях водосборных площадей и др.

– Для опорного участка с.п. Шуберское выявлено, что с прогнозной возможностью 1 раз в 10 лет при существующей системе застройки около 50 % территории будет затопляться в весенний период. Расчетный прогноз состояния уровней грунтовых вод для 40 % территории сельского поселения, приуроченной к долине временного водотока, предполагает постоянное развитие процессов подтопления оснований зданий и сооружений. Решение проблемы требует разработки комплекса мероприятий и инженерных сооружений, направленных на минимизацию природных и техногенных причин возникновения данного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Косинова, И. И. Методические рекомендации по проведению инженерных изысканий на территории Воронежской области Воронеж, 2012 – 181 с..
2. Юрова, М. Г. Характеристика водосборных площадей притока р. Усмань в целях прогноза затопления населенного пункта пос. Шуберское / М. Г. Юрова, И. И. Косинова // Четвертый молодежный инновационный проект "Школа

экологических перспектив": материалы конференции, 5–6 ноября 2015 г. — Воронеж– 2015 .– С. 177–178.

3. Савко, А. Д. Литология аптских отложений междуречья Дон-Ведуга-Днвица / А. Д. Савко, В. П. Михин // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. : Геология.. – 2000. – № 9. – С. 56–66.

4. Юрова, М. Г. Роль отдельных водосборных участков в формировании затопления и подтопления поселка Шуберское Новоусманского района Воронежской области / М. Г. Юрова // Материалы региональной научно-практической конференции "День Земли".– Воронеж. – 2016. — С. 89–92

5. Recent changes in sediment redistribution in the upper parts of the fluvial system of European Russia : regional aspects /Yermolaev O. P. [et al] //В сборнике: IAHS-AISH Proceedings and Reports From the Summit to the Sea. Сер. "Sediment Dynamics from the Summit to the Sea" – 2014. – С. 333–339.

6. СТП ВНИИГ 210.01.НТ-05 «Методика расчета гидрологических характеристик техно-генно-нагруженных терри-

торий». ОАО «ВНИИГ им. В. Е. Веденеева». Санкт-Петербург, 2005 г.

7. Методология и правовое обоснование структуры размещения особо охраняемых природных / В. А. Бударина [и др.]. Российская экологическая академия. Воронеж, 2015. – 224 с.

8. Косинова, И. И. Методические и правовые особенности проведения инженерно-экологических изысканий /Косинова И. И., Бударина В. А.// Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. : Геология.. – 2009. – № 1. – С. 164–166.

9. Кумани, М. В. Многоуровневая система мониторинга и прогнозирования максимальных расходов и уровней воды весеннего половодья/ М. В. Кумани, В. И. Сысенко, А. В. Апухтин // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2012. – № 4–2 (24). – С. 213–217.

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил (ВУНЦ ВВС) "Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина"*

*Мокшина Надежда Яковлевна, доктор химических наук, доцент*

*E-mail: moksнад@mail.ru*

*Тел.: +7 (473) 258-83-38*

*Московский городской педагогический университет*

*Луговской Александр Михайлович, доктор географических наук, доцент*

*E-mail: alug1961@yandex.ru*

*Тел.: 8-964-562-40-63*

*Воронежский государственный университет*

*Косинова Ирина Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической геологии*

*E-mail: kosinova777@yandex.ru*

*Тел.: +7 (473) 220-82-89*

*Юрова Мария Геннадьевна, аспирант*

*E-mail: yurova-mariya.yurova@yandex.ru*

*Military training and scientific center of the Air Force "Air Force Academy named after professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin"*

*Mokshina N. Ya., Doctor of Chemical Sciences, associate professor*

*E-mail: moksнад@mail.ru*

*Тел.: +7 (473) 258-83-38*

*Moscow City Pedagogical University*

*Lugovskoy A. M., Doctor of Geographical Sciences, associate professor*

*E-mail: alug1961@yandex.ru*

*Тел.: 8-964-562-40-63*

*Voronezh State University*

*Kosinova I. I., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor, the Head of Ecological Geology Department*

*E-mail: kosinova777@yandex.ru*

*Тел.: +7 (473) 220-82-89*

*Yurova M. G. Postgraduate student*

*E-mail: yurova-mariya.yurova@yandex.ru*