



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 2. С. 190–195
Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2021, vol. 21, iss. 2, pp. 190–195

Научная статья

УДК 581.52

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-2-190-195>

Влияние экологических условий на виталитетную структуру ценопопуляций доминантов древесного яруса в лесах южной части Приволжской возвышенности



А. М. Самсонова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., д. 1

Самсонова Алиса Михайловна, специалист межкафедральной учебно-научно-производственной лаборатории развития лесного хозяйства, борьбы с природными пожарами и подготовки добровольных пожарно-спасательных формирований, schneider66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7643-5463>

Аннотация. Виталитетная структура ценопопуляций древесных растений формируется под влиянием экологических, ценотических и антропогенных воздействий. Изучение характера, степени влияния экологических условий местопроизрастания позволит прогнозировать формирование виталитетной структуры древесных растений. Объекты исследования – особи генеративного возрастного состояния трех видов древесных растений: дуб черешчатый, клен остролистый, липа мелколистная. Оценка экологических условий местопроизрастания проводилась с использованием диапазонных экологических шкал. Виталитет оценивался по трем ключевым детерминирующим морфометрическим параметрам. Для установления влияния экологических условий местопроизрастания на показатели виталитета ценопопуляций был проведен корреляционный анализ. Отмечены как прямые, так и обратные взаимосвязи (с коэффициентом корреляции от 0,5 и выше) целого ряда экологических условий и виталитета изучаемых видов. Большому влиянию подвержен виталитет липы мелколистной по сравнению с другими изученными видами.

Ключевые слова: виталитетная структура, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, диапазонные экологические шкалы

Для цитирования: Самсонова А. М. Влияние экологических условий на виталитетную структуру ценопопуляций доминантов древесного яруса в лесах южной части Приволжской возвышенности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 2. С. 190–195. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-2-190-195>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Article

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-2-190-195>

Impact of environmental conditions on the vitality structure of the cenopopulations of the dominant tree tier in the forests of the southern part of the Volga Upland

A. M. Samsonova

Saratov State Agricultural University named after N. I. Vavilov, 1 Teatral'naya Sqr., Saratov 410012, Russia

Alisa M. Samsonova, schneider66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7643-5463>

Abstract. The vitality structure of cenopopulations of woody plants is formed under the influence of ecological, cenotic and anthropogenic influences. The study of the nature and degree of influence of the ecological parameters of the habitat will make it possible to predict the formation of the vitality structure of woody plants. The objects of study are individuals of the generative age state of three species of woody plants: *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*. Environmental conditions of habitat were assessed by using range ecological scales. Vitality was assessed by three key determinative morphometric parameters. Correlation analysis was carried out to establish the impact of environmental conditions on the indicators of the vitality of cenopopulations. Both direct and inverse relationships (with a correlation coefficient of 0.5 and above) between ecological conditions and vitality of the studied species were noted. The vitality of *Tilia cordata* is more influenced compared to other studied species.

Keywords: vital structure, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, range ecological scales

For citation: Samsonova A. M. Impact of environmental conditions on the vitality structure of the cenopopulations of the dominant tree tier in the forests of the southern part of the Volga Upland. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2021, vol. 21, iss. 2, pp. 190–195. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-2-190-195>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)



Структурное разнообразие ценопопуляций (ЦП) древесных растений южной части Приволжской возвышенности описано в ряде научных публикаций [1–4 и др.]. Современная виталитетная структура ЦП древесных растений генеративного возрастного состояния является результатом влияния ценологических, экологических и антропогенных воздействий. Понимание характера таких воздействий и степени влияния на виталитетную структуру позволит в дальнейшем прогнозировать динамику виталитета древесных растений. В данной работе будет рассмотрено влияние экологических условий местопроизрастания древесных растений на их современную виталитетную структуру.

Общая продолжительность онтогенеза лиственных деревьев велика (дуб черешчатый – до 500 лет, липа мелколистная – до 300 лет, клен остролистный – до 220 лет, [5]), и на протяжении всего этого времени древесные растения подвергаются влиянию экологических факторов. Климатические и эдафические условия на изучаемых лесных участках были оценены методом фитоиндикации.

Материалы и методы

Территория исследования расположена на юге Приволжской возвышенности в административных границах Саратовской области. Пробные площади (ПП) подбирались в трех локациях: лесостепная зона (северная часть области, Новобурасское лесничество), граница лесостепной и степной зоны (центральная часть области, Вязовское лесничество) и степная зона (южная часть области, Красноармейское лесничество) в наиболее распространенном типе лесорастительных условий для лесничества (по классификации П. С. Погребняка [6]). Объектами исследования являются дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.) генеративного возрастного состояния дубрав естественного порослевого происхождения. Было заложено 15 пробных площадей в трех типах лесорастительных условий. На пробной площади проводился сплошной пересчет деревьев. Для каждого дерева определялась видовая принадлежность, онтогенетическое состояние, диаметр кроны, диаметр ствола, радиальный прирост за последние 10 лет.

Фиксировался видовой состав живого напочвенного покрова и давалась оценка обилия-покрытия видами (r – единично, $+$ – редко (рассеянно по площади), 1 – до 5% поверхности, 2 – 5–25%,

3 – 25–50%, 4 – 50–75%, 5 – более 75%). Регистрацию полевых наблюдений осуществляли в бланки геоботанических описаний [7–9].

Оценка виталитета древесных растений проводилась по методике Ю. А. Злобина [10] по трем ключевым детерминирующим морфометрическим параметрам [11]. Качество ценопопуляций определялось по формуле $I_q = (a + b)/2c$ [12]. Для оценки экологических условий на пробных площадях использовались диапазонные экологические шкалы Д. Н. Цыганова [13]. Оценка проводилась по методу средневзвешенной середины интервала. Для установления влияния экологических условий местопроизрастания на показатели виталитета ценопопуляций был проведен корреляционный анализ. Для дальнейшего анализа учитывались взаимосвязи с коэффициентом корреляции от 0,5 и выше, статистически значимые на 10 %-ном уровне, т.е. достоверные и с тенденцией к достоверной связи.

Результаты и их обсуждение

По результатам фитоиндикации были получены следующие экологические условия местопроизрастания (табл. 1): общий терморезим климата (Tm), континентальность климата (Kn), влажность климата (Om), морозность климата (Cr), увлажнение почвы (Hg), обобщенный солевой режим почвы (Tr), кислотность почвы (Rc), богатство почв азотом (Nt), переменность увлажнения почв (Fh), режим затенения (Lc).

Термоклимат пробных площадей соответствует суббореальному режиму и промежуточному режиму между суббореальным и неморальным режимами.

Континентальность климата пробных площадей соответствует материковому режиму и промежуточному режиму между материковым и субматериковым.

Такие экологические параметры, как омброклимат и криоклимат оказались наименее переменными. По омброклиматической шкале аридности-гумидности все пробные площади относятся к промежуточному режиму между субаридным и субгумидным. По криоклиматической шкале пробные площади относятся к промежуточному режиму между умеренными и мягкими зимами.

Увлажнение почв на ряде пробных площадей соответствует промежуточному типу между лугово-степным и сухолесолуговым режимами, сухолесолуговому, промежуточному типу между сухолесолуговым и влажнолесолуговым режимами, влажнолесолуговому режиму.



Таблица 1 / Table 1

Результаты фитоиндикации экологических условий местопроизрастания на пробных площадях
Results of phytoidication of ecological conditions on test areas

Тип лесорастительных условий / Forest site type	№ ПП / № of test area	Термоклимат Tm / Thermoclimate Tm	Континентальность Kn / Continentality Kn	Омброклимат Om / Ombroclimate Om	Криоклимат Cr / Cryoclimate Cr	Гидрорежим Hg / Hydro mode Hg	Солевой режим Tr / Salt mode Tr	Кислотный режим Rc / Acid mode Rc	Азотный режим Nt / Nitrogen mode Nt	Переменность увлажнения почв Fh / Variability of soil humidification	Световой режим Lc / Light status Lc
Сложные субори сухие (C_1) / Dry complex subors (C_1)	1	8,55	8,66	7,86	7,88	10,45	7,29	7,23	4,41	6,31	3,77
	2	8,55	8,50	7,92	8,11	10,45	6,95	7,28	4,77	6,11	3,80
	3	8,65	8,71	7,76	7,71	10,47	7,00	7,03	4,76	6,30	3,68
	4	8,62	8,42	7,92	7,96	11,69	6,73	7,58	4,77	5,83	4,54
	5	8,43	8,78	7,85	7,67	11,22	7,15	6,69	4,67	6,55	3,94
Сложные субори переходного типа от сухих к свежим (C_{1-2}) / Complex subors of the transition type from dry to fresh (C_{1-2})	1	8,59	8,26	8,18	8,03	12,56	6,41	7,24	5,35	5,38	4,91
	2	8,62	8,58	8,15	7,81	12,92	6,50	6,58	5,08	5,14	5,08
	3	8,58	8,23	8,19	8,08	12,46	6,50	6,96	5,50	5,40	5,08
	4	8,75	8,13	8,33	8,04	13,04	6,21	6,92	5,04	5,38	4,92
	5	8,88	8,33	8,17	8,17	12,83	6,33	6,33	4,33	5,57	5,13
Дубравы сухие (C_{1-2}) / Dry oak forests (C_{1-2})	1	8,77	8,13	8,20	8,33	12,60	6,20	7,10	5,47	4,67	4,97
	2	8,58	8,31	8,10	7,90	11,98	6,08	7,19	5,27	5,70	4,83
	3	8,50	8,29	8,17	7,83	12,75	6,04	6,79	4,96	5,20	4,92
	4	8,54	8,39	8,20	8,13	12,17	6,11	6,59	4,91	5,71	4,87
	5	8,57	8,21	8,21	8,04	12,68	6,04	6,89	5,32	5,33	222

Солевой режим изменяется в пределах от промежуточного типа между небогатыми и довольно богатыми почвами до режима довольно богатых почв.

По кислотности почвы пробных площадей относятся к режиму слабокислых почв, а также к промежуточному типу между кислыми и слабокислыми.

По содержанию азота почвы пробных площадей относятся к промежуточному типу между бедными и очень бедными азотом почвами, к бедным азотом почвам, а также к промежуточному типу между бедными азотом и достаточно обеспеченными азотом почвами.

В соответствии со шкалой переменности увлажнения почв большинство пробных площадей относятся к режиму слабо переменного увлажнения и промежуточному режиму между слабо переменным и умеренно переменным

увлажнением. К режиму умеренно переменного увлажнения относится только одна пробная площадь.

Условия освещенности на пробных площадях соответствуют двум режимам: режиму светлых лесов и промежуточному между режимом полукрытых пространств и режимом светлых лесов.

В качестве показателей виталитета, на которые потенциально могут влиять экологические условия местопроизрастания, были использованы следующие: виталитет по параметру «диаметр кроны» ($D_{кр}$), виталитет по параметру «отношение диаметра кроны к диаметру ствола» ($D_{кр}/D_{ств}$), виталитет по параметру «радиальный прирост ствола за последние 10 лет» (z_{10}), а также доли особей (Φ) классов высшего (Φ_A) и низшего (Φ_C) виталитета, рассчитанные по каждому параметру для каждого вида.



Для установления влияния экологических условий местопрорастания на показатели виталитета ЦП был проведен корреляционный анализ. В табл. 2 приведены основные результаты

корреляционного анализа – отмечены взаимосвязи с коэффициентом корреляции от 0,5 и выше, статистически значимые на 10 %-ном уровне, т.е. достоверные и с тенденцией к достоверной связи.

Таблица 2 / Table 2

Корреляции виталитета с экологическими условиями местопрорастания
Correlations of vitality with environmental conditions of the place of growth

Вид / Plant species	Показатель виталитета / Vitality indicator	Экологические условия, с которыми установлены корреляции / Environmental conditions correlated with vitality indicators
Дуб черешчатый / Quercus robur	Виталитет по $D_{кр}$ / Vitality by D_{crown}	Rc
	Φ_A	$-Kn, Om, Hg, -Tr, -fH, Lc$
	Φ_C	
	Виталитет по $D_{кр}/D_{ств}$ / Vitality by D_{crown}/D_{trunk}	
	Φ_A	$-Nt$
	Φ_C	Nt
	Виталитет по z_{10} / Vitality by z_{10}	$Hg, -Tr, -fH$
	Φ_C	$-Hg, fH, -Lc$
Липа мелколистная / Tilia cordata	Виталитет по $D_{кр}$ / Vitality by D_{crown}	$-Kn, Om, Hg, -Tr, Nt, -fH, Lc$
	Φ_A	$-Cr$
	Φ_C	$Kn, -Om, -Hg, Tr, -Nt, fH, -Lc$
	Виталитет по $D_{кр}/D_{ств}$ / Vitality by D_{crown}/D_{trunk}	
	Φ_A	
	Φ_C	$Tr, -Nt$
	Виталитет по z_{10} / Vitality by z_{10}	
	Φ_C	$-Om, -Hg, Tr, Rc, -Lc$
Клен остролистный / Acer platanoides	Виталитет по $D_{кр}$ / Vitality by D_{crown}	Kn, Tr, fH
	Φ_A	
	Φ_C	$-Tr$
	Виталитет по $D_{кр}/D_{ств}$ / Vitality by D_{crown}/D_{trunk}	
	Φ_A	
	Φ_C	
	Виталитет по z_{10} / Vitality by z_{10}	
	Φ_C	Rc

Примечание. Знак «-» указывает на обратную корреляционную связь.
 Note. The «-» sign indicates an inverse correlation.

По результатам анализа есть все основания отметить малую подверженность виталитета ЦП генеративных особей дуба влиянию отдельных экологических условий. Среди таких условий, влияющих на виталитетную структуру, оцененную через диаметр кроны, была выявлена только кислотность почв (0,51; здесь и далее в скобках приводится коэффициент корреляции). Однако на долю особей высшего виталитета по этому

же параметру положительное влияние оказывает увлажнение почв (0,55). Тем не менее, стоит упомянуть ряд параметров, имеющих менее тесную корреляционную связь с виталитетом, однако позволяющих немного раскрыть картину формирования виталитетной структуры ЦП. Так, на долю особей высшего виталитета по диаметру кроны положительно влияют влажность климата (0,45) и световой режим (0,49); отрицательное влияние



оказывают континентальность климата (-0,49), засоленность (0,44) и переменность увлажнения (-0,48) почв. Влияния на виталитетную структуру ЦП дуба черешчатого по параметру $D_{кр}/D_{ств}$ каких-либо параметров не установлено. Отмечено лишь отрицательное влияние на долю особей высшего виталитета (-0,49) и положительное влияние на долю особей низшего виталитета (0,47) азотного режима почв.

Тесных корреляционных связей виталитетной структуры ЦП дуба по параметру z_{10} с экологическими условиями также не установлено. Однако стоит отметить некоторое положительное влияние на виталитетную структуру увлажнения почвы (0,46) и отрицательное влияние солевого режима (-0,44) и переменности увлажнения почв (-0,49). Доля особей низшего виталитета по параметру z_{10} подвержена наибольшему статистически достоверному положительному влиянию со стороны переменности увлажнения почв (0,59).

В рамках корреляционного анализа не отмечено тесных взаимосвязей показателей виталитетной структуры ЦП клена остролистного с экологическими условиями местопроизрастания. Лишь отмечена корреляционная связь виталитета по диаметру кроны и солевого режима (0,52). В остальном можно отметить некоторое влияние континентальности климата (0,46) и переменности увлажнения (0,47) на виталитетную структуру по параметру $D_{кр}$, влияние кислотного режима на долю особей низшего виталитета по параметру z_{10} . Не отмечено ни одного параметра, достоверно влияющего на показатели виталитета по параметру $D_{кр}/D_{ств}$.

Взаимосвязи экологических условий местопроизрастания с виталитетом липы мелколистной характеризуются более высокими коэффициентами корреляций по сравнению с другими рассматриваемыми видами. Так, на виталитетную структуру ЦП липы по диаметру кроны статистически достоверно оказывают влияние континентальность климата (-0,59), солевой (-0,55) и азотный (0,67) режимы, переменность увлажнения почвы (-0,61), световой режим (0,62). Достаточно много корреляционных связей разной направленности отмечено у доли особей низшего виталитета по параметру $D_{кр}$. Определенная взаимосвязь установлена с континентальностью климата (0,57), увлажнением почв (-0,57), солевым (0,61) и азотным (-0,62) режимами почв, переменностью увлажнения почв (0,61) и световым режимом (-0,67). В свою очередь, эти же условия не оказывают статистически достоверного влияния на долю особей высшего виталитета по параметру $D_{кр}$.

Значимых корреляционных связей экологических условий местопроизрастания и виталитета липы по параметру $D_{кр}/D_{ств}$ не отмечено.

В целом на виталитетную структуру ЦП липы мелколистной по параметру z_{10} экологические условия местопроизрастания заметного влияния не оказывают. Однако отмечается влияние отдельных экологических условий на долю особей высшего виталитета: увлажнение почв (0,54), световой режим (-0,59).

В рамках этого корреляционного анализа не отмечено значимых статистически достоверных взаимосвязей между показателями виталитета всех рассматриваемых видов и терморезимом и морозностью климата.

Заключение

Влиянию экологических условий местопроизрастания более подвержен виталитет липы мелколистной. Существенно меньше тесных корреляционных связей виталитета с экологическими режимами местопроизрастания установлено у дуба черешчатого и клена остролистного.

Список литературы

1. Силкин М. А., Чеботарь Ю. В., Кудрявцев А. Ю., Болдырев В. А. Ценопопуляции сосны в некоторых типах леса в южной части Приволжской возвышенности // Известия Саратовского университета. Сер. Биология. 2001. Спец. вып. С. 39–43.
2. Кабанов С. В. Структурное разнообразие дубрав лесопарка «Кумысная Поляна» // Вестник Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова. 2006. № 6. С. 9–14.
3. Болдырев В. А. Структура и продуктивность лесов южной части Приволжской возвышенности // Лесоведение. 2006. № 6. С. 27–33.
4. Грищенко К. Г., Болдырев В. А. Типы возрастной структуры ценопопуляций древесных видов-доминантов в лесах Саратовского правобережья // Известия Самарского отделения научного центра РАН. 2008. Т. 10, вып. 25, № 2. С. 432–438.
5. Популяционная организация растительного покрова лесной территории : сб. науч. ст. Пушкино : НЦБИ, 1990. 91 с.
6. Погребняк П. С. Общее лесоводство. М. : Колос, 1968. 440 с.
7. Методы изучения лесных сообществ. СПб. : НИИ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
8. Лебедев В. П., Криницын В. П. Геоботанический анализ растительного покрова лесных территорий : учеб.-метод. пособие. Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2006. 40 с.
9. Беляченко А. А., Серова Л. А., Симонова З. А., Макарова А. А., Абросимова О. В., Лобачев Ю. Ю. Полевые экологические исследования : учебное пособие. Саратов : ИЦ «Наука», 2013. 112 с.



10. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценогических популяций растений : учеб.-метод. пособие. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 147 с.
11. Самсонова А. М., Кabanов С. В., Самсонов Е. В. Виталитетная структура ценопопуляций *Quercus robur* (L.) нагорных низкоствольных дубрав Красноармейского лесничества Саратовской области // Вестник Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова. 2014. № 7. С. 21–24.
12. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Журнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского гос. заповедника // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология. 2005. Вып. 1 (9). С. 85–98.
13. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. : Наука, 1983. 196 с.
5. *Populjacionnaja organizacija rastitel'nogo pokrova lesnoj territorii: sbornik nauch. st.* [Population Organization of Forest Vegetation: coll. sci. art.]. Pushhino, NTsBI Publ., 1990. 91 p. (in Russian).
6. Pogrebnjak P. S. *Obshhee lesovodstvo* [General Forestry]. Moscow, Kolos Publ., 1968. 440 p. (in Russian).
7. *Metody izuchenija lesnyh soobshhestv* [Methods for Studying Forest Communities]. Saint Petersburg, NII Himii SPbGU Publ., 2002. 240 p. (in Russian).
8. Lebedev V. P., Krinicyн I. G. *Geobotanicheskij analiz rastitel'nogo pokrova lesnyh territorij* [Geobotanical Analysis of Vegetation Cover of Forest Areas]. Kostroma, KGU im. N. A. Nekrasova Publ., 2006. 40 p. (in Russian).
9. Beljachenko A. A., Serova L. A., Simonova Z. A., Makarova A. A., Abrosimova O. V., Lobachev Yu. Yu. *Polevye jekologicheskie issledovanija* [Field Ecological Researches]. Saratov, ITs Nauka Publ., 2013. 112 p. (in Russian).
10. Zlobin Ju. A. *Principy i metody izuchenija cenoticheskij populjacij rastenij* [Principles and methods of studying cenotic plant populations]. Kazan', Izd-vo Kazanskogo un-ta, 1989. 147 p. (in Russian).

References

1. Silkin M. A., Chebotar' Yu. V., Kudryavcev A. Yu., Boldyrev V. A. Pine cenopulations in some types of forest in the southern part of the Volga Upland. *Izvestiya Saratov University. Ser. Biology*, 2001, spec. iss., pp. 39–43 (in Russian).
2. Kabanov S. V. Structural diversity of the dubbing of the «Kumysnaya Polyana» forest park. *Bulletin of Saratov State Agricultural University named after N. I. Vavilov*, 2006, no. 6, pp. 9–14 (in Russian).
3. Boldyrev V. A. Structure and productivity of forests of the southern part of the Volga Upland. *Lesovedenie*, 2006, no. 6, pp. 27–33 (in Russian).
4. Grishchenko K. G., Boldyrev V. A. Types of age structure of the cenopulation of dominant tree species in the forests of the Saratov right bank. *Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2008, vol. 10, iss. 25, no. 2, pp. 432–438 (in Russian).
11. Samsonova A. M., Kabanov S. V., Samsonov E. V. Vitality structure of the *Quercus robur* (L.) cenopulations of upland low-barrel oaks of the Krasnoarmeysky forestry of the Saratov region. *Bulletin of Saratov State Agricultural University named after N. I. Vavilov*, 2014, no. 7, pp. 21–24 (in Russian).
12. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M., Zhirnova T. V. Life strategies of *Cephalanthera rubra* (L.) Rich cenopulation on the territory of the Bashkir State Reserve. *Bulletin of Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevskii. Ser. Biologija*, 2005, iss. 1 (9), pp. 85–98 (in Russian).
13. Tsyganov D. N. *Fitoindikacija jekologicheskij rezhimov v podzone hvojno-shirokolistvennyh lesov* [Phytoindication of Ecological Regimes in the Subzone of Coniferous-deciduous Forests]. Moscow, Nauka Publ, 1983. 196 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 13.01.21, после рецензирования 24.01.21, принята к публикации 01.02.21

Received 13.01.21, revised 24.01.21, accepted 01.02.21